اقرأ

امبابي أحمد

قصة العناصر

قصة العناصر

إميلي أحمد

قصة العناصر

اقرأ
١٠٠
دار المعارف للطباعة والنشر بمصر

اقرأ ١٠٠ — مايو سنة ١٩٥١



الإهداء

إلى الأرض . . .

مصدر العناصر . . وأمنا العجــوز .

. . . وكلما ازددنا علماً تفتحت أمامنا آفاق عـــديدة جديدة . . فما أقل ما نعلم . . وما أكثر المجهول الذى لم نتوصل إلى معرفته بعد . .

(سير همفرى دافى)

مقدمة

ما كان الإنسان فى العصر الأول يعرف شيئاً عن المعادن بل كانت جل أدواته تصنع من الحجر أو العظم أو قرون الحيوان . ولعل الذهب بما له من بريق ولمعان كان أول المعادن التى استرعت انتباهه فهناك بقايا من حلى ذهبية اكتشفت مع أدوات مصنوعة من الحجر الصقيل يرجع تاريخها إلى العصور الحجرية . وهذا دليل بين على أن الذهب هو أول المعادن التى عرفها الإنسان .

والمعدن الثانى هو النحاس . وهناك قول بأن المصريين عرفوه قبل معرفتهم للذهب وكانوا تستخلصونه من كربوناته Malachite وهى أهم خاماته وكان مصدرها صحراء سينا وقد اكتشفت فى مصر آثار نحاسية يرجع عهدها إلى ٣٥٠٠ سنة قبل الميلاد . ويقال أيضاً إن أول من اشتغل بالتعدين هم أهل العراق غير أنه من الثابت أن هذه الصناعة كانت معروفة أيضاً لأهل مصر ولسكان جزيرة كريت منذ ٣٤٠٠ سنة قبل الميلاد وأن الذهب والفضة والنحاس والبرونز والرصاص والحديد من

المعادن التى كانت معروفة عندهم . ولم يعرف على التحديد مصدر القصدير الذى كان يدخل فى صناعة البرونز حينذاك (والبرونز خليط من النحاس والقصدير) فهناك قول بأنه كان يرد من ساحل كورنول Cornwall Coast ببريطانيا وقول آخر كان يرد من درانجيانا Drangiana ببلاد الفرس. ومن الثابت أيضاً أن قدماء المصريين استخدموا الحديد والفضة والرصاص بعد استخدامهم للنحاس . أما الذهب فقد عرفته البلاد قبل عهد الأسر Predynastic Period أى قبل عصر الملك مينا (٣٤٠٠ سنة قبل الميلاد) ومن طريف ما عثر عليه الباحثون رسالة من أحد ملوك مصر القدامى يرجع عهدها إلى ١٢٥٠ سنة قبل الميلاد إلى أحد ملوك الحيثيين Hittites بآسيا الصغرى يسأله فيها إمداداً من الحديد . كما عثروا على رد هذه الرسالة وفيه يطلب الملك الأسيوى شحنة من الذهب مقابل هذا الحديد . وقد ورد فى الرد المذكور فقرة تقول . —

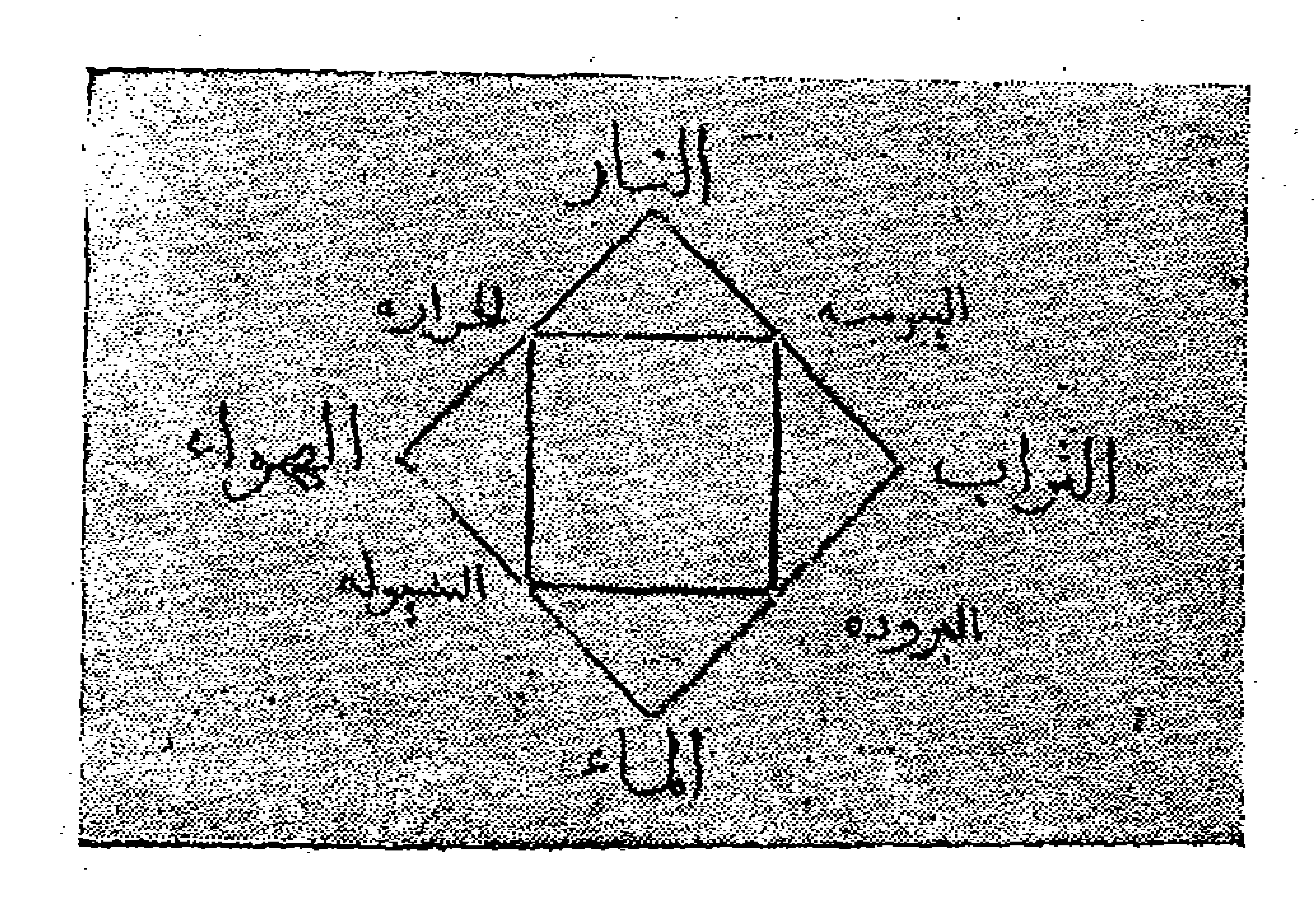
« والذهب فى بلاد أخى ملك مصر وفير جداً كالتراب »

الباب الأول

١
العناصر الأربعة

تعال معى أرجع بك عبر القرون . . إلى غابر العصور أيام كان الإغريق والرومان أئمة العالم وقادة الفكر . . أيام سطعت من بلادهم شموس المعارف وأنوار العرفان فعمت سائر الأمم . . فنى هذه العصور البعيدة ظهرت الفكرة الأولى عن العناصر . فمنذ ٤٦٠ سنة قبل ميلاد المسيح قال طاليس Thales إن الماء هو أصل كل شيء . . وكانت تعاليم أناكسيمينيس Anaxemenes منذ ٥٦٠ سنة قبل الميلاد تقول إن الهواء هو أصل الكائنات . بينما قال هيراقليتيس Herakleitos منذ ٥٣٦ سنة قبل الميلاد إن النار هى أصل كل شيء . وفى الفترة من ٤٩٠ — ٤٣٠ ق.م. ظهرت نظرية العناصر الأربعة وكان أول من بشر بها هو إيمبيدوكليس Empedokles فقد قال إن كل شيء فى الكون مركب من عناصر أربعة هى النار والهواء والماء والتراب . . ثم جاء أرسطو (٣٨٤

ـ ٣٢٢ ق.م.) فلخص فلسفة المفكرين الأولين وقال إن جميع الأشياء مهما تباينت واختلفت فى الخصائص والتركيب يرجع أصلها إلى مادة بدائية سماها الهيولى Hylé فجميع الأشياء يدخل فى تركيبها هذا الهيولى مع عناصر الكون الأربعة كلها أو بعضها . بل ذهب أرسطو فى فلسفته إلى أبعد من ذلك فقال إن هذه العناصر تحوى فى الحقيقة أسساً تكسب المادة المكونة منها خصائص مميزة ومن هذه الأسس اختار الحرارة والبرودة والسيولة واليبوسة . . وأن كل عنصر من العناصر الأربعة ينتج من اتحاد زوجين من هذه الأسس كما هو موضح فى التخطيط التالى :ـــ



وقال إن الأجسام التى من خصائصها السيولة أو البرودة عنصرها الماء والمواد التى من خصائصها الحرارة أو اليبوسة عنصرها النار وهكذا .

وأضاف من جاء بعده من المفكرين — إلى العناصر الأربعة — عنصراً خامساً غير منظور (الأثير) وقالوا إن المصادر الطبيعية لهذه العناصر هى الأرض للتراب والبحار للماء والجو للهواء وال بماء وأجرامها للنار والأثير .

أما أفلاطون (٤٢٧ — ٣٤٧ ق . م) وأتباعه فقد افترضوا فى مذهبهم فى خلق الكون أن النار والهواء والماء والتراب وجدت كلها مصادفة ولم توجد بفعل فاعل . . وأن الأرض والشمس والقمر والنجوم فطرت من هذه العناصر الجامدة التى لا روح فيها والتى تتحرك بالمصادفة البحتة والقوى الكامنة فيها . فخلق الكون بما فيه من حيوان ونبات إنما حصل عن هذه العناصر وحدها ولم يصنع صنعاً . . فهو لم يخلق بفعل عقل أو فعـــل إله . . بل خلق بالطبيعة والمصادفة فقط .

وهذه الآراء وغيرها مما سيلى فى الصفحات التالية وإن كان لا يعتد به اليوم لما عرف من الحقائق التى تنقضها كما لا يعتد بآراء بطليموس Ptolemaeus فى ثبوت الأرض ودوران الأرض حولها بيد أن عدم الاعتداد بمثل هذه الآراء لا ينفى ما تأتى

عنها من جليل النفع وعظيم الفائدة . . فالعلوم لم تتسع ولم ترتق إلا بعد أن ارتأى العلماء والفلاسفة الآراء لتعليل الحقائق والمشاهدات ومحصوها هم وغيرهم للتحقيق من صحتها أو بطلانها فإذا وجدت بعد البحث والتمحيص كاذبة أو غير مدعمة بدليل بطلت فيغلق بإبطالها باب من أبواب الخطأ وربما فتح بهذا الباب باب من أبواب الصواب التي تهتدى فيها العقول إلى اجتلاء الحق المبين .

وظل الاعتقاد بصحة العناصر الأربعة سائداً حتى نهاية القرن الثامن عشر . . ولا يزال الكتاب والروائيون إلى يومنا هذا يطيب لهم أن يصفوا ثورة الطبيعة بقولهم .

« غضبت عناصر الكون . . فزمجرت الرياح وهاج البحر وقصفت الرعود والتمعت البروق » .

٢

الأكسير ـ حجر الفلاسفة

فى عام ١٨٢٨ ميلادية اكتشفت فى إحدى مقابر طيبة حزمة من أوراق البردى بعضها الآن فى مدينة ليدن ويعرف ببردى ليدن Papyrus of Leyden والبعض الآخر محفوظ

فى مدينة ستوكهولم ويعرف ببردى ستوكهولم Papyrus of Stockholm . وهذا البردى مخطوط باللغة الإغريقية فى تاريخ يرجع إلى حوالى ٣٠٠ سنة بعد الميلاد وهو مأخود فى الغالب عن مصادر مصرية قديمة . . ومما جاء فى بردى ليدن ما يلى :—

« يسحق قدر من الذهب وآخر من الرصاص بنسبة جزء من الأول إلى جزئين من الثانى ثم يخلط المسحوق جيداً ويعالج بعد ذلك بشىء من الصمغ . . تغمس حلقة من النحاس فى الخليط ثم تسخن . . وتكرر العملية . . وبفضل هذا الخليط تصبح الحلقة النحاسية ولها جميع صفات الذهب الحقيقى » .

وأوراق البردى هذه إن دلت على شىء فإنما تدل على أن الذهب كان مطلب الإنسان منذ أقدم العصور . . وأن الإنسان لم يكتف بما يجده منه خالصاً فى الطبيعة بل راح يتحايل على صنعه من خسيس المعادن وما من شك فى أن قدماء المصريين قد عالجوا هذا الأمر فقد كان كهنتهم يمارسون صناعة الكيمياء فى معابدهم وكانوا يضفون على هذه الصناعة الكثير من الغموض والأسرار .

وبهرت الفكرة الكثير من الفلاسفة والعلماء حتى أنهم سموا

هذا العلم بعلم الحيل أو علم صناعة الذهب . وكان هم المشتغلين به هو الحصول على مادة لها فعل السحر يمكن بواسطتها تحويل الحديد والنحاس والرصاص والزئبق وغيرها من المعادن الشائعة إلى ذهب يخطف بسنائه الأبصار . فكثرت . محاولاتهم لتحضير هذه المادة المثالية التى سموها حجر الفلاسفة أو أكسير الحياة . فهذه المادة العجيبة تجمعت فيها سائر آمال البشر ومطامع دنياهم فهى ليست لتدبير الذهب والفضة فحسب . بل إنها أيضاً تشفى العلل وتمنح من يتناولها نعمة الشباب الدائم والصحة المستكملة حتى لقد قيل إن نوحاً عليه السلام قد تناول هذا الأكسير فعمر الدهور الطوال .

ومن طريف ما قيل فى هذا الصدد قول الشاعر القديم :

أعيا الفلاسفة الماضين فى الحقب
أن يستخلصوا ذهباً إلا من الذهب

أو يصنعوا فضة بيضاء خالصة
إلاّ من الفضة المعروفة النسب

فقل لطالبها من غير معدنها
ضيعت عمرك فى التنكيد والتعب

وهؤلاء الباحثون عن الذهب وعن أكسير الحياة . وطلاب الفضة من غير معدنها وإن كانوا قد ضيعوا أعمارهم فى التنكيد

والتعب على حد قول الشاعر إلا أنهم فى بجهم هذا قد توصلوا إلى معرفة الكثير من حقائق العلم وأصول الصناعة فى الصيدلة والتعدين . فهذا براند Brand من هامبورج بألمانيا كان يبحث عن حجر الفلاسفة فى البول غير مشمئز ولا متأفف . . وعكف على بحثه فى هذه المادة النجسة راضى النفس وبعزم لا يلين غير أنه لم يحصل على حجر الفلاسفة الموعود وأمكنه آخر الأمر أن يستخلص من البول مادة وجد أنها تنير إذا ما وضعت فى حجرة مظلمة فسماها الفوسفور Phosphorous ومعناها حامل النور .

وهكذا اكتشف عنصر من أهم العناصر . . وكان ذلك عام ١٦٧٤ وما من أحد ينكر ما للفسفور من جزيل الفوائد فى الصناعة والطب .

وكان من قول الفلاسفة الأقدمين أيضاً إن المعادن كلها مركبة من مادتى الكبريت والزئبق . وأن اختلاف المعادن يرجع إلى اختلاف النسبة بين هذين العنصرين لذلك اعتقدوا بإمكان تحويل معدن إلى آخر بتغيير هذه النسبة .

وفرق زوزيموس Zosimos بين ما سماه بالأجسام وما سماه بالأرواح فقال إن الأرواح ويقصد بها أبخرة الزئبق والكبريت تؤثر فى الأجسام وتحولها . وأن الأرواح نفسها قد تأتلف

وتتحول إلى أجسام كما أنه يمكن أن تعود سيرتها الأول بعمليات مناسبة .

وكان زوزيموس يردد قول الفيلسوف القديم كيميس Chymes « الكل فى واحد »، فيقول إن « الواحد » هو أصل « الكل » فالكل يخرج من هذا الواحد أي أن هناك صلة بين جميع المواد .

٣
الماء والهواء

وجاء فان هيلمونت Van Helmont (١٥٧٧–١٦٤٤ م.) فلم يعترف بنظرية العناصر الأربعة ولا بنظرية أرسطو وقال إن العناصر – فى الحقيقة – اثنان فقط هما الماء والهواء . . وأن أحداً من هذين العنصرين لا يمكن أن يتحول إلى الآخر . كما عرف فان هيلمونت العنصر بأنه المادة التى لا تتجزأ إلى مادة أبسط . . وأما النار والتراب فغير عنصرين فالنار ليس لها صفات المادة قط . والتراب يمكن تكوينه من الماء . وقد دلل هيلمونت على أن الماء يدخل فى تكوين الكائنات بتجربته المشهورة « تجربة الشجرة » .

قال هيلمونت :

« وضعت فى وعاء من الخزف (الطين) ٢٠٠ رطل من

التراب التام الجفاف . بللت هذا التراب بماء المطر وغرست فيه عوداً من شجرة صفصاف زنته ٥ أرطال . وبعد مضى ٥ سنوات نمت الشجرة وترعرعت . . وكنت خلال هذه المدة أبلل التراب بماء المطر أو بالماء المقطر كلما لزم الأمر . . وزنت الشجرة بعد ذلك فكان وزنها ١٦٩ رطلا (وقد أسقطت من حسابي وزن الأوراق التى تساقطت من الشجرة فى فصول الخريف) . . جففت التراب الذى فى الوعاء بعد ذلك تماماً ولما أعدت وزنه وجدته لم يتغير (أى ٢٠٠ رطل) .وعلى ذلك يكون ١٦٤ رطلا من الخشب والفروع والأوراق قد تكونت من الماء فقط » .

وهذه التجربة وإن كانت صحيحة فى مشاهداتها إلا أنه قد فات على فان هيلمونت الدور الذى لعبه فيها غاز ثانى أوكسيد الكربون الموجود فى الهواء . .

* * *

وقال روبرت بويل Robert Boyle وهو أول من عرف العنصر تعريفاً صحيحاً :—

« وأقصد بالعناصر تلك المواد البسيطة التى تدخل فى تركيب المواد المعقدة . . وهذه الأخيرة يمكن تبسيطها إلى عناصرها » .

وقال أيضاً :ـ

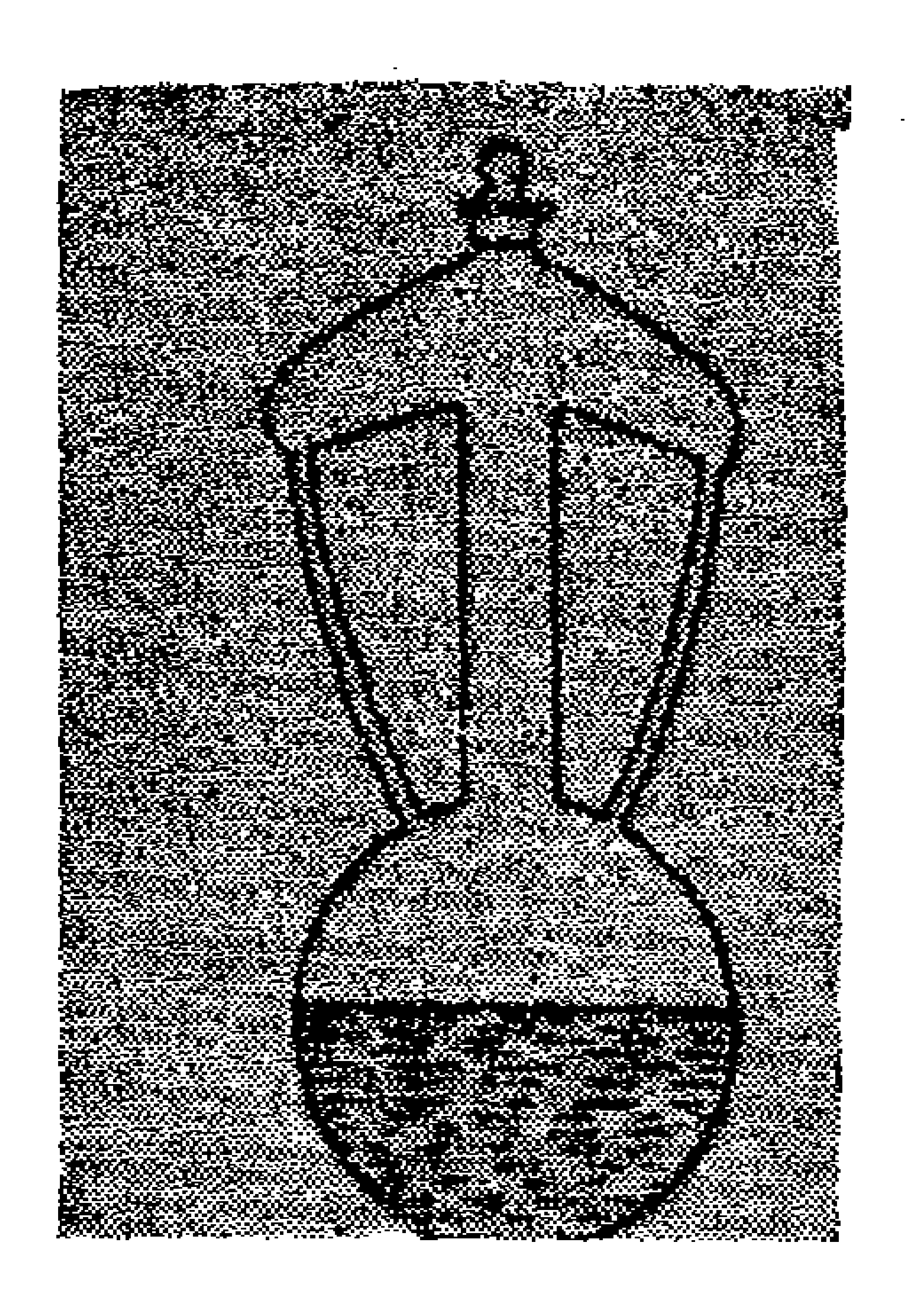
« والعناصر نفسها تتركب من دقائق . . وإن الاختلاف فى خواص العناصر يرجع إلى أشكال وحركات هذه الدقائق » .

ولقد أعاد بويل تجربة الشجرة بيد أنه اختلف عن فان هيلمونت فى تفسيره للزيادة التى طرأت على الشجرة إذ قال إن معظم هذه الزيادة جاءت من جسيمات متناهية فى الصغر تسبح فى الهواء .

وكان كثير من الكيميائيين يؤيدون زعم فان هيلمونت القائل بأن الماء يتحول إلى تراب مدللين على ذلك بأن الماء المقطر إذا ما بخر فى إناء زجاجى ترك بعض الرواسب فجاء لافوازييه Lavoisier وهدم بتجربته التالية هذا الزعم .

وزن لافوازييه قنينة زجاجية كالموضحة بالرسم التالى ثم وضع بها قدراً معلوماً من الماء المقطر . . سخن القنينة بالتدريج مع رفع الغطاء من وقت لآخر . . ثم أحكم سدها أخيراً وتركها تحت درجة حرارة بين ٦٠ — ٧٠ ريمور Reaumur لمدة ١٠١ يوم .

فحص لافوازييه الجهاز بعد ذلك فوجد رواسب فى قاع القنينة فما هذه الرواسب ومن أين جاءت ؟



إنها الرواسب التى زعم فان هيلمونت ومن ذهب مذهبه أنها تكونت من الماء . . .

ترك لافوازييه الجهاز يبرد . وزن القنينة فوجد أن وزنها مساوياً تماماً لوزنها قبل بدء التجربة . . أفرغ الماء والراوسب ثم وزن القنينة فارغة فوجد الوزن ينقص عما كان عليه قبل بدء التجربة بقدر $\frac{٤}{١٠}$١٧ قمحة . . !

فما هذا النقص ؟

بخر لافوازييه الماء فحصل على رواسب أخرى تخلفت عن البخر قدرها $\frac{١}{٢}$١٥ قمحة أما الرواسب الأولى فكانت تزن بعد تجفيفها $\frac{٩}{١٠}$٤ قمحة .

أى أنه حصل على رواسب قدرها ١٥ ١/٢ + ٤ ٩/١٠ = ٢٠ ٤/١٠ قمحة .
أى بقدر ٣ قمحات زيادة عن النقص فى وزن القنينة بعد التجربة . . وهذه القَمحات الثلاث هى وزن مقدار من الماء ظل بالرواسب التى لم تكن قد جففت تماماً . .

ولو كان فى مكنة لافوازييه أن يحصل على الرواسب تامة الجفاف لوجد وزنها يساوى ١٧ ٤/١٠ قمحة تماماً أى مقدار الوزن الذى فقدته القنينة وهو مقدار الزجاج الذى ذاب منها فى الماء خلال التجربة .

وكان ذلك فى عام ١٧٧٠ م .

* * *

وبعد ففكرة تحويل المعدن الخسيس إلى آخر نفيس جاءت إلى أفكار الفلاسفة والمفكرين القدامى من تأملاتهم فى مشاهدات الطبيعة . . فالنبات أول ما يكون بذرة صغيرة والشجرة الكاملة بما تحويه من أوراق وأزهار وثمار تختلف تمام الاختلاف عن هذه البذور . . والحيوان ينمو بعد أن كان جنيناً فيزداد مع الزمن قوة وكمالا والحيوان الكامل يختلف تمام الاختلاف عن هذا الجنين . .

إذن فهناك درجة كمال فى كل من المملكتين النباتية والحيوانية . . ! !

فلماذا لا يكون هناك مثل هذه الدرجة للجمادات . . ؟
إن من المعادن ما يختفى فى الأحماض وما يتلف بالنار ومنها ما لا يتأثر بالأحماض ولا بشديد الحرارة فمعدن من النوع الثانى أفضل — بلا شك — من معدن من النوع الأول . . وكما أن البذرة التافهة يمكن تحويلها تحت ظروف ملائمة إلى نبات قوى والنبات نفسه إذا ما تعهدناه بالعناية يزداد فضلا وكمالا . . كذلك المعدن التافه الرخيص إذا ما تعهدته يد إنسان ماهر يتحول بالتدريج إلى معدن نفيس نافع . . .

وجاء بعد ذلك الكيميائيون الأوائل فأيدوا هذا القول بل زادوه إيضاحاً بأن قالوا « إذا كان هذا شأن كل من مملكتى النبات والحيوان فإن الجمادات — وهى أقلهما كمالا تكون أكثر استجابة للتحول من درجة إلى درجة أفضل . . »

على أن هذه الأقوال التى لم تدعم بدليل لم تصمد طويلا أمام مباحث المجددين من العلماء الذين أثبتوا ببراهين علمية ثابتة بطلان معظمها . . فكل نظرية لا تستند إلى أصل ثابت لا يؤخذ بها حتى يظهر بالدليل الملموس صحة هذه النظرية أو بطلانها . . وصاحب أمثال هذه الفروض — فى نظرهم — صاحب أنصاف حقائق . . وصاحب أنصاف الحقائق لا يعد أبداً من العلماء الباحثين .

الباب الثانى

١
زكيبة الكيميائى

لنتخيل زكيبة كبيرة بها أشياء كثيرة . ولتكن هذه الأشياء كرات من الخشب وقطع مختلفة الأشكال والأحجام من الحديد والرصاص وقصاصات من الورق وقدر من حب الفول والترمس والشعير . . وأكياس مختلفة بها مسحوق السكر والشاى والنشا ومسحوق القرفة والدقيق . . لنتخيل مثل هذه الغرارة المملوءة بمثل هذه الأشياء . لن نأخذ منها شيئاً ولن نضيف إلى ما بها شيئاً . . . ودعنا نكلف أحد الأشخاص أن يفحص أحد هذه الأشياء جيداً وأن يدقق فيه النظر . . ليكن هذا الشيء أحد الأكياس المملوءة بالدقيق . . لنطلب منه بعد ذلك أن يعيد الكيس إلى مكانه فى الغرارة وأن يدير وجهه عنها . . ودعنا نكلف شخصاً آخر أن يعبث عبثاً خفيفاً بكيس الدقيق كأن يأخذ منه قدراً ويضع بدله شيئاً آخر من محتويات الزكيبة أو أن يضيف هذا الشيء دون أن يمس الدقيق . .

أو لا يفعل شيئاً من هذا ويكتفى بأن يخط بقلمه على ورق الكيس خطاً رفيعاً جداً . . إن تغيراً قد حل بالكيس بلا ريب . . فلنطلب من صاحبنا الأول أن يعود إلى الزكيبة وأن يفحص كيس الدقيق ويحدثنا عما حل به .

يا له من مطلب . . ! !

إذا كان الشيء الغريب الذى وضع فى الكيس يخالف الدقيق فى شكله وقوامه ككرة من خشب أو قطعة من رصاص كان الحكم فى هذه الحالة للعين كما أن الحكم يكون للميزان فى حالتى النقص والزيادة . . ولكن ماذا لو كان ما أضيف إلى الدقيق شيء يشبه تمام الشبه كمسحوق السكر أو النشا . . ؟ ثم ماذا لو كان وزن ما أخذ من دقيق الكيس مساوياً تماماً لوزن الشيء الغريب الذى أضيف إليه ؟ . فى هاتين الحالتين لا تجدى العين مهما دقت ولا الميزان مهما حس ويتعين على الرجل أن يكون دقيق الملاحظة وأن يكون ملماً بخصائص كل ما فى الغرارة من أشياء . وفى مكنته أيضاً أن يفرق بين خليط من مسحوق النشا والدقيق وبين الدقيق الخالص . . وهذا لا يتأتى له مهما بلغ من الحذق والمهارة إلا إذا أعان حواسه بأدوات مما أتاحها لنا العلم الحديث .

وهذا هو عمل الكيميائى اليوم . . بيد أن زكيبته ليست

غرارة بها كرات الخشب وقطع الحديد وحب الفول والترمس . إنها أكبر من ذلك وأضخم بكثير . وتحتوى على أشياء أهم من هذه وأعظم خطراً . .

إن زكيبة الكيميائى هى الأرض . . . مصدر العناصر وأمنا العجوز . . .

ومن المواد التى فى زكيبة الكيميائى اجتمع نيف وتسعون مادة عجز الكيميائيون حتى يومنا هذا بما لديهم من عديد الوسائل والعدة عن أن يستخلصوا منها مواداً أبسط . . ومن هذه المواد أو العناصر ينتج جيش عرمرم من المركبات منها ما هو من عنصرين ومنها ما هو أكثر تعقيداً يتركب من ثلاثة عناصر أو أكثر .

ومن العناصر المعدنية (الفلزية) النحاس والذهب والحديد والرصاص والفضة والقصدير والزنك والألمنيوم وكلها من المعادن الشائعة وتدخل فى كثير من الصناعات الهامة التى لا نستغنى عنها . . ومن المعادن النادرة الأنتيمون والبزموت والكوبالت . . وهناك أكثر من أربعين عنصراً أخرى تدخل فى طائفة المعادن .

ومن العناصر الغير معدنية (اللافلزية) اليود والفسفور

والكبريت والكربون(١) والماس هو الكربون فى أنقى صوره . . ومن العناصر أيضاً عشرة فى الحالة الغازية تحت درجتى الضغط والحرارة العاديتين . وهذه الغازات هى الهيدروجين وهو غاز غاية فى اللطف والخفة . يشتعل ولكن لا يساعد على الاشتعال . والأوكسجين ويقال له أيضاً الغاز الفعال لأن الأجسام تشتعل فيه بوهج وشدة . والأزوت أو النيتروجين ويقال له الغاز الخامل لأنه لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال ولأنه لا يتحد مع غيره من العناصر إلا بصعوبة . وهذه الثلاثة لا لون لها ولا رائحة . وغاز الكلور وله لون أزرق مصفر ورائحة كريهة ممقوتة . وغاز الفلور وله نفس لون الكلور وهو أنشط العناصر على الإطلاق وأكثرها اتحاداً وألفة . أما الخمسة عناصر الغازية الأخرى فهى الهليوم والنيون والأرجون والكريبتون والزينون وهذه الغازات الخمس عناصر غاية فى الكسل فهى لا تتحد مع غيرها من العناصر مهما تحايلنا عليها لذلك سميت بمجموعة الصفر أو مجموعة العناصر البليدة . . .

وماذا أيضاً فى زكيبة الكيميائى ؟

هنالك عنصرى الزئبق والبرم وهما سائلان فى درجة الحرارة العادية . أولها واحد من المعادن كثيف رجراج فى لون الفضة

(١) يلعب عنصر الكربون دوراً هاماً فى حياتنا لذلك أفردنا له باباً خاصاً .

السائلة . . وثانيهما سائل أحمر اللون ثقيل له رائحة نفاذة مؤذية أشد قبحاً من رائحة الكلور . . ثم هناك البورون وهو عنصر يستخلص من البورق (البوراكس) وعنصر السليكون (أصل الرمل) والسلينيوم وهو عنصر له الكثير من الخصائص الكيميائية لعنصر الكبريت . .

والعناصر هى أحجار البناء لكل ما فى الكون . . فالأرض يابسها وماؤها . وأجرام السماء وسائر المخلوقات ما يدب منها على الأرض وما يعيش فى الماء أو يسبح فى الهواء . .والهواء نفسه . . كل هذه مركبات من عنصرين أو أكثر . والعناصر ومركباتها فى تفاعل مستمر ما دامت تجد الظروف الملائمة لذلك فهناك تفاعل العناصر مع العناصر وتفاعل العناصر مع المركبات . وتفاعل المركبات مع المركبات . . وخير مثل نضربه لذلك أجسامنا وما يجرى بداخلها من تفاعلات . فنحن نستنشق الهواء الذى يمد الجسم بعنصر الأوكسجين . وهذا يتفاعل فى الداخل مع مركبات الكربون والهيدروجين والأزوت مكوناً معها مركبات جديدة . ومن هذه الأخيرة ما يدخل بدوره فى مركبات جديدة أكثر تعقيداً بعضها يبقى فى الجسم لحاجته إليها والبعض الآخر يخرج منه مع هواء الزفير أو بوسائل أخرى .

وما يجرى على الكائنات الحية يجرى على الأرض التى تعيش عليها هذه الكائنات فإن هذه الأم العجوز تزداد كهولة على مر السنين لأن المركبات التى تحويها تتحول من مركبات معقدة إلى أخرى أكثر تعقيداً . . ولما كانت سنة الله أن يسير كل شىء إلى مستقر وغاية فإن هذه المركبات ستصل حتماً ذات يوم أو ذات قرن إلى درجة من التعقيد بحيث تتعذر على الأرض الحياة .

ولعل الزمن قد بلغ بالقمر هذه الدرجة فلا تفاعلات كيميائية تجرى فيه وهو خلو من الحياة والأحياء .

ولا تحسبن أن تفاعل العناصر واتحاد بعضها ببعض يحدث بلا رابط أو حساب . ولكنه يجرى تحت ظروف خاصة ملائمة من الضغط والحرارة والرطوبة . . وفى حدود قوانين ثابته لا تتغير أبداً . . فهذه التفاعلات التى تجرى فى أجسادنا وفى كل كائن حى . . وفى الأرض ظاهرها وباطنها . وفى الهواء المحيط بنا . وفى أعماق الفضاء كل هذه التفاعلات تجرى وفقاً لنواميس لا تحيد عنها وبنسب لا تتغير . . فسبحان الله خلق كل شىء وجعله يجرى بحساب ومقدار .

٢

العناصر الغازية

١ — غازات الهـــواء

يحيط بالأرض التى نعيش عليها بحر من الغازات نسميها الهواء . . والهواء مادة وإن كنا لا نراها إلا أننا نحس بوجودها فهو يغمر كل شيء على وجه الأرض ويعلو فوقها أميالا عديدة . ثم هو يتخلل أدق المسام ويملأ أصغر الخلايا فهو محيز فلا يشغل وجسماً آخر حيزاً واحداً فى وقت معاً . . وللهواء ثقل أو ضغط ومقدار ثقله أو ضغطه على كل عقدة مربعة من سطح الأرض ٦ أقات وعلى جسم الإنسان المعتدل القامة ٦٠ قنطاراً وثقله على سطح الأرض كله كقدر ثقل بحر من الزئبق يغمر الأرض كلها ويرتفع عليها ٣٠ عقدة فإذا راق لك — أيها القارئ أن تحصى هذا الثقل الهائل فاعلم أن السنتيمتر الواحد من الزئبق يزن ١٣,٦ من الجرامات وأن العقدة تعادل حوالى ٢,٥ من السنتيمترات . غير أن هذا الضغط الجبار تحكمه قوة تعادله تماماً هى قوة الحرارة حتى أنه مع ثقله العظيم هذا لا يكسر أضعف الأغصان ولا يقطع

أدق الخيوط فيالها من حكمة خالق مبدع خلق، هذه القوة العاتية وقيدها بهذا القدر من الإحكام والدقة ! ! .

وقد كان القدماء يعتقدون أن الهواء واحد من العناصر وجهلوا أنه مؤلف من غازات عدة حتى جاء كيميائيو هذا العصر فهدموا هذا الاعتقاد وبينوا أن هذا الهواء الكروى مجموعة من الغازات إن كانت تتشابه فى أنها لا ترى بالعين المجردة إلا أنها تختلف عن بعضها تمام الاختلاف فى الخواص والصفات .

وأهم العناصر الغازية وأخطرها شأناً هو غاز الأوكسجين . وهو العنصر الفعال فى الهواء فبدونه لا يجرى فى الإنسان أو الحيوان نفس ولا تشعل نار ولا تدار آلة . . وهو خُمس الهواء جرماً . أما الأربعة أخماس الأخرى فيشغلها (تقريباً) غاز يعرف بالأزوت أو النيتروجين وهو عنصر الهواء الغير فعال وكل صفاته سلبية بالنسبة إلى صفات الأوكسجين ففيه لا تجرى حياة ولا توقد نار . والأزوت على شىء من الكسل غير قليل فليس له أى تأثير يذكر على كثير من المركبات كما أنه لا يتحد مع غيره إلا بصعوبة وفى ظروف ملائمة وبوساطة خاصة فهويتحد فى مثل هذه الظروف بعنصر الأوكسجين مكوناً ما يسمونه بحامض الأزوتيك أو النيتريك (وهو ما

يعرف بماء الفضة) وهو من أقوى الحوامض وأخطرها. الفرق بين هذا الحامض الجهنمى وبين الهواء (وكلاهما أوكسجين ونيتروجين) أن الأوكسجين والنيتروجين فى الأول متحدان اتحاداً كيميائياً لا يتم إلا فى ظروف خاصة . بينما هما فى الثانى ممتزجان امتزاجاً . وهذا أوضح الأمثلة على الفرق بين الاتحاد والمزج . فلو تخلى النيتروجين عن صفاته السلبية هذه - لاقدر الله - واتحد بالأوكسجين اتحاداً كيميائياً فى سهولة ويسر وبلا وساطة لاستحالا فى الجو حامضاً فتاكاً ولأمطرا ماء الفضة شواظ من نار تحرق الأرض وماعليها .

ومن فوائد النيتروجين أيضاً أن وجوده بهذه النسبة قد حد من مساعدة الأوكسجين على الاحتراق . فالواد تحترق فى الأوكسجين الصرف بشدة وسرعة مروعتين . . ووجود النيتروجين ممتزجاً به يضعف هذه الخاصية ويبقى له من الفعل ما يكفى لقضاء مصالح البشر . ولولا ذلك لأكلت النار الأرض ولم تبق ولم تذر

فالهواء - إذن - ضرورى لاشتعال الأجسام . . فإذا وضع جسم مشتعل فى إناء مسدود انطفأ سريعاً لأن احتراق الأجسام هو اتحاد عناصرها بالأوكسجين الذى فى الهواء اتحاداً كيميائياً . وما اللهب الذى نراه إلا نتيجة لهذا الاتحاد

والهواء أيضاً ضروري لحياة الحيوان بأنواعه . فإذا ما سد أنف حيوان وكذلك فمه حتى لا يدخلهما الهواء مات لتوه . وفى جسم الإنسان معمل كيميائى فهو يستنشق الهواء فيتحد أوكسجينه بالكربون الموجود بالجسم اتحاداً كيميائياً مكوناً غاز ثانى أوكسيد الكربون (حامض الكربونيك) يخرج من الجسم مع هواء الزفير وينشأ هذا الاتحاد الكيميائى حرارة . . وهذا هو السبب فى أن أجساد الحيوانات الحية أسخن دائماً مما يجاورها من الجمادات . . فإذا ماتت أى انقطع نفسها بطل هذا الفعل وأضحت أجسادها باردة مثل ما يجاورها تماماً . وهذا العمل الجارى فى جسم الإنسان أو الحيوان هو نفس العمل الجارى فى احتراق الشمعة فإن أوكسجين الهواء يتحد بكربون الشمعة وينشأ عن هذا الاتحاد نفس الغاز الكربونى . . فإذا ما شبهنا الحياة بسراج مشتعل لم يكن ذلك مجازاً شعرياً بل حقيقة راهنة . وإن قلنا إن هذا الجسد حى فمعنى ذلك أنه يتحد بالأوكسجين تماماً كالسراج المشتعل فإذا بطل هذا العمل فقد الجسد حرارته وانطفأ سراج الحياة .

والاشتعال عمل دائم يجرى فى كل زمان ومكان فالإنسان وسائر المخلوقات الحية تتنفس منذ وجدت الحياة على الأرض . . والنيران منذ عرفها الإنسان توقد للطبخ والاستصباح والاستدفاء

وإدارة الآلات . . وفى عمليتى التنفس والاشتعال يتحد أوكسجين الهواء بالكربون الموجود بأجسامنا أو بالجسم المشتعل مكوناً غاز حامض الكربونيك . . فإذا سألنا لماذا لا يقل تبعاً لذلك كمية الأوكسجين التى بالهواء . ؟ بل لماذا لا تتحول كلها إلى غاز حامض الكربونيك هذا . . ؟ قيل لنا إن الله القادر على كل شيء أمر النبات أن يأخذ هذا الغاز من الهواء فيحلله فى نور الشمس إلى عنصريه الكربون والأكسجين فيحتفظ بالأول غذاء له ويعيد الثانى إلى الهواء وطنه الأصلى . . وهذه المبادلة العجيبة جارية دائماً بإذن الله فيبقى الهواء صالحاً لحياة الحيوان والنبات جميعاً . . فما هى حكمة حكماء الأرض بجانب حكمة الإله السرمدي الذى خلق لنا الهواء وجعل أوكسجينه فعالا يحرق الأجسام حرقاً حتى الحديد أصلبها وأقساها . . ولكن فعله هذا يتكيف بعنصر النيتروجين حتى يصير الأوكسجين أصدق الأصدقاء للإنسان ومصدراً للحرارة والنور . . ! !

والوقود الذى نشعله للحرارة والنور من حطب وزيوت ودهون يحترق فى أوكسجين الهواء ويستحيل إلى حامض كربونيك وبخار ماء وكليهما غازين شفافين خاليين من الطعم واللون والرائحة يصعدان من الوقود المشتعل غير منظورين ويتفرقان

فى الهواء خلافاً لما يحدث من احتراق أكثر المواد من غير الوقود إذ يحدث من اتحاد هذه الأخيرة بالأكسجين مواد جامدة وعلى هذا النحو تكونت قشرة الأرض فنصف وزنها تقريباً أوكسجين . . ولو نتج من احتراق وقودنا مواد جامدة لانطفأت النار فى التو بالجوامد المتكونة . . ولو حدث من هذا الاحتراق غاز خانق كذلك الذى يحدث من احتراق الكبريت مثلا لما أمكننا إضرام النار ولا سكنى الديار التى توقد فيها . . ولكن المواد المستعملة وقوداً تتركب من كربون وهيدروجين يتحد كلاهما بأوكسجين الهواء فيتحول أولهما إلى غاز حامض الكربونيك كما أسلفنا وثانيهما إلى بخار الماء ويصعدان فى الهواء . .

ولا تنتهى حكمة ربك وفضله العميم للبشر عند حد . . فهو يأمر أوراق النبات أن تستخرج الكربون من حامض الكربونيك وتعيده حطباً ووقوداً كما كان لكى يستخدمه خلفاً الذين أوقدوه . . كما يرسل الرياح بُشراً بين يدى رحمته فتلم شمل بخار الماء الذى ينزل على الأرض ماء مباركاً يسقى حيوانها ويُحيى نباتها .

ولا يقتصر النبات فى غذائه على غاز حامض الكربونيك والماء فحسب لأنه لو اقتصر على ذلك لما تكون فيه غير خشب ونشا وسكر وكلها مواد (كربوهيدراتية) تتركب من كربون

وهيدروجين . ولكنه يتغذى أيضاً بالنوشادر الذى يصعد غازاً فى الهواء من المواد الحيوانية البالية فتمتصه الأمطار وتنزلها للنبات الذى يتغذى بها ويدخرها للحيوان إذ ليس فى مكنة هذا الأخير أن يتناول المواد الغير عضوية ويحولها إلى مواد غضوية أما النبات ففى مكنته ذلك فيأكله الحيوان فتنتقل هذه المواد إلى بيئته فكأن النبات وسيط يتكون فيه غذاء الحيوان من غازات الهواء وبعض عناصر الأرض .

ويموت التبات وترجع عناصره إلى الهواء لكى تدخل نباتاً آخر أو تدخر فى الأرض لكى يستعملها الحيوان . . ويموت الحيوان فينحل كما تركب وترجع عناصره حيث كانت فيعود غاز حامض الكربونيك والماء والنوشادر إلى الهواء فيأخذها النبات ومنه إلى الحيوان وهكذا حتى يرث الله الأرض وما عليها .

* * *

٢ ــ غازات السماء

إن الهواء الذى كان القدماء يعتبرونه غازاً بسيطاً أثبت المحدثون أنه مؤلف من الأوكسجين والنيترجين وحامض الكربونيك

وبخار الماء . . ولم يكن خطأهم فى أمر الهواء بعد أن ظهر أنه مزيج لا عنصر بسيط أعظم منه فى أمر الماء عندما تبين بالبرهان الساطع أنه مركب من غازين يختلفان عنه فى صفاتهما وفى حالتهما الغازية كل الاختلاف وليس بينهما وبين الماء من تشابه سوى قابليتهما للتحول إلى السيولة بالضغط العظيم والتبريد الشديد وهذان العنصران هما الأوكسجين والهيدروجين .

والهيدروجين وإن كان أوائل المشتغلين بصناعة الكيمياء حضروه فى تجاربهم على المعادن والأحماض إلا أنهم لم يميزوه أو يدرسوه درساً حقيقياً كما يدرس عنصر من العناصر أما الفضل فى اكتشافه فيرجع إلى كافندش Cavendish الذى برهن عام ١٧٨١ على إمكان توليد الماء من جمع غازى الهيدروجين والأوكسجين . وتبعه بعد ذلك جاى لوساك Gay-Lussac فأثبت عام ١٨٠٥ أن الغازين يتحدان بنسبة كيلين من الهيدروجين إلى كيل واحد من الأوكسجين ويكونان ماء .

والهيدروجين ألطف العناصر وأخفها فاللتر الواحد منه يزن فى درجة الصفر وتحت درجة الضغط العادى (٧٦٠ ملليمتراً) ٠٨٩٨, من الجرام أى أن كل ١١,١٥٧ لتر منه تزن جراماً واحداً . ولخفة هذا العنصر يتخذ قياساً لتقدير كثافة الغازات بدلا من الهواء ولخفته أيضاً يستعمل فى ملء السفن

الهوائية (المناطيد والبالونات) .

وهذا الغاز لا لون له ولا طعم ولا رائحة وهو لا يشعل المواد ولا يساعد على إشعالها ولكنه يشتعل . واستنشاق الهيدروجين الصرف لا يؤثر فى صحة الإنسان ولكنه يؤثر فى الصوت فيضعفه وإن كان يعلى طبقته .

ويوجد الهيدروجين صرفاً فى الحالة العنصرية فى الشمس وفى مقذوفات البراكين ومواد النيازك . . أما فى الأرض فيوجد مركباً مع غيره من العناصر فهو يدخل فى تركيب الماء كما رأينا كما يدخل فى تركيب الزيوت والخلايا الحيوانية .

وعند اتحاد الهيدروجين بالأوكسجين لتكوين الماء تنتج حرارة شديدة فاتحاد كيلوجرام واحد منه بالأوكسجين يولد حرارة قدرها ٣٤٤٦٢ فرداً حاراً (سعراً حرارياً) والفرد الحار ــ هنا ــ هو مقدار من الحرارة يكفى لرفع درجة حرارة كيلوجرام من الماء درجة واحدة . وهذا معناه أن الكيلوجرام من الهيدروجين يسخن ٣٤٤٦٢ كيلوجراماً من الماء درجة واحدة باشتعاله أي باتحاده مع الأكسجين . وهذه الحرارة أشد من أية حرارة تتولد من اتحاد أى عنصر آخر بالأوكسجين . ولهذا يستخدم اللهب الأوكسيهيدروجينى عندما تدعو الحالة إلى حرارة شديدة ويستعمل لهذا الغرض مشعل خاص يعرف بالمشعل

الأوكسيهيدروجيني . وهذا المشعل يجمع الغازين حال اشتعالهما .. وكانوا قبل استنباطه يمزجون كيلين من الهيدروجين بكيل من الأوكسجين ويحرقونهما معاً فيفرقعان عادة بشكل مهول وقد تحدث من ذلك أضراراً بليغة .

وهذه الحرارة المتولدة عن احتراق الهيدروجين ما علتها . . ؟ ولماذا نحصل من هذا العنصر الخفيف اللطيف على حرارة أشد وأعتى من أية حرارة تنتج من احتراق أى عنصر آخر . . ؟ إن الحرارة الحاصلة من احتراق كيلوجرام من الكربون (الفحم) تعادل ٨٠٨٠ فرداً حاراً فقط وهى أقل من ربع الحرارة الحاصلة من احتراق كيلوجرام من الهيدروجين . . بل هناك النحاس الذى لا يعطى الكيلوجرام منه إلا ٦٠٢ فرداً حاراً فقط فلماذا ..؟ إن تفسير ذلك ليس بالأمر العسير . . فالهيدروجين فى تفاعله مع الأوكسجين لتكوين الماء يتحد بنسبة وزنين منه وستة عشر أوزان من الأوكسجين وأما الكربون ففى تفاعله مع الأوكسجين لتكوين حامض الكربونيك يتحد بنسبة اثنى عشر وزناً واثنين وثلاثين وزناً من الأوكسجين . أى أن :

وزن واحد من الهيدروجين يتحد مع ٨ أوزان من الأوكسجين

ووزن واحد من الكربون يتحد مع ٢ $\frac{٢}{٣}$ وزناً من الأوكسجين

ولما كانت الحرارة من نواتج الاتحاد بالأوكسجين . فإن كثر

كثرت وإن قل قلت . فالحرارة الحاصلة من احتراق الهيدروجين أكثر من تلك الحاصلة من احتراق الكربون بنسبة ٨ إلى ٢٢¾ أى أن الحرارة تتوقف على مقدار الأوكسجين . وبما أن مقدار الأوكسجين الذى يتحد بعنصر ما لا يتغير أبداً فمقدار الحرارة الناتجة من اتحاد وزن بعينه من ذلك العنصر بالأوكسجين لاتتغير أبداً . .

ويتحد الهيدروجين بالأوكسجين أيضاً بنسبة كيلين من كل منهما لتكوين أوكسيد الهيدروجين الثانى(١) وأول من اكتشف المركب رجل فرنسى يدعى لويس ثينارد Thenard عام ١٨١٨ . وهذا الأوكسيد سائل زيتى القوام لا لون له ولا رائحة . له مذاق مر قابض . إذا أصاب الجلد أحدث به هياجاً شديداً . وهو أثقل من الماء إلا أنه غير مستقر يسرع إلى الانحلال إلى ماء وأوكسجين إذا ما ارتفعت درجة الحرارة ولذا يلزم حفظه فى مكان رطب .

ومن فوائد هذا المركب أنه يستعمل فى قصر الألوان العضوية (أى إزالتها) فهو يستعمل فى تبييض الأقمشة والخيوط سيما الحريرية والصوفية . ومحلول هذا الأوكسيد فى الماء أى المخفف به ويطلقون عليه اسم (ماء الأوكسجين) أكثر ثبوتاً واستقراراً

(١) أما أوكسيد الهيدروجين الأول فيطلقونه على الماء .

ويستعمل فى تطهير الجروح وفى أغراض التنظيف وصباغة الشعر.

وللهيدروجين قوة اختزالية كبيرة . ولشدة شرهه للاتحاد بالأوكسجين ينتزعه من مركباته وينتفع بهذه الخاصية فى استخلاص بعض المعادن من أكاسيدها . فإذا مررنا تياراً من الهيدروجين فوق أوكسيد النحاس المحمى انتزع منه الأوكسجين واتحد به مكوناً ماء وترك النحاس فى حالته العنصرية .

وينتفع بخاصية الهيدروجين الاختزالية أيضاً فى صناعة تجميد الزيوت Hydrogination of oils وطريقة هذا التجميد اكتشفها سابتييه Sabatier عام ١٩٠٢ فقد وجد هذا العالم أن الزيوت الحيوانية والنباتية كزيت الحوت وزيت بذرة القطن إذا ما سخنت بلطف فى تيار من الهيدروجين مع وجود وسيط معدنى كالنيكل تجمدت عند تبريدها . فأما الزيوت الحيوانية فتدخل بعد اختزالها فى صناعة الصابون والشموع . وأما الزيوت النباتية فتستعمل فى صناعة الدهن الصناعى وهو ما يسمونه الآن (المسلى النباتى) وهى صناعة انتشرت وراجت فى بلادنا فى هذه الأيام خصوصاً بعد أن عز المسلى الحيوانى وارتفعت أسعاره . ومن المسلى النباتى تصنع الأطعمة ويحضر

الكثير من الحلوى . . وهو نافع للصحة إلا أنه لا يحتوى على فيتامينى ا و د الموجودين فى المسلى الحيوانى واللازمين للجسم . لذلك يجب عند تقديم وجبة من الطعام المجهز بالمسلى النباتى أن يقدم معها بعض عناصر غذائية أخرى تحوى هذين الصنفين من الفيتامينات .

* * *

٣ ــ الجماعة الكسولة

فى عام ١٧٨٤ كان كافندش يجرى بعض أبحاثه على الهواء الجوى فحبس جرماً معلوماً منه فى أنبوبة بها محلول البوتاسا الكاوية ثم أرسل فيه تياراً كهربائياً فظهر فى الأنبوبة دخان بنى اللون هو غاز أوكسيد النيتروجين الثانى . وسرعان ما امتصه محلول البوتاسا . . . وعندئذ قل جرم الهواء المحبوس فأدخل كافندش قدراً من الأوكسجين فى الأنبوبة وأعاد إرسال التيار الكهربائى فظهر الغاز البنى اللون واختفى فى المحلول . وكرر هذه العملية حتى انقطع ظهور الغاز البنى تماماً وبذلك تخلص كافندش من معظم الهـواء المحبوس . أما الأوكسجين الزائد الذى تخلف بعد هذه العملية فقد تخلص منه كافندش

بمحلول كبريتى[1] غير أنه وجد آخر الأمر فقاعة غازية صغيرة عاصية ظلت فى الأنبوبة لا تريم . وعند ما قدر جرمها وجده لا يزيد عن $\frac{1}{١٢٠}$ من جرم النيتروجين .

حار كافندش فى أمر هذه الفقاعة العاصية التى ثبت له أنها ليست من الأوكسجين أو النيتروجين . . وما درى كافندش أنه اكتشف فى الهواء عنصراً جديداً .

ومر على ذلك قرن من الزمان .

وفى عام ١٨٩٢ كان لورد رايلى Lord Rayleigh يقوم بأبحاثه على كثافة الغازات فعجب من أمر أعياه تفسيره . . إذ وجد أن كثافة النيتروجين الذى حضره من الهواء الجوى أثقل من ذلك الذى حصل عليه من تحليل النوشادر بفرق قدره $\frac{١}{١٠٠٠}$ وكان لورد رايلى أميناً فى أبحاثه دقيقاً فى تدوين نتائجها فلم يرض أن يسقط فرقاً صغيراً كهذا من حسابه فكتب إلى مجلة نيتشر Nature علّ أحداً من الباحثين الذين يهمهم الأمر يدلى برأيه فى الموضوع .

ومرت سنتان . وفى عام ١٨٩٤ علل وليم رامساى W. Ramsay ثقل عينة النيتروجين التى حضرها رايلى من الهواء الجوى باحتمال

(١) محلول Liver of sulpher وهو محلول كبريت فى ماء جير و زيت بذر الكتان و برادة حديد منداة بالماء .

احتوائها على نسبة صغيرة جداً من غاز آخر أثقل من النيتروجين.. فتعاون العالمان ووحدا جهودهما فحضرا عينة من النيتروجين الجوى وذلك بأن أزالا من حجم معلوم من الهواء غاز ثانى أوكسيد الكربون والأوكسجين وبخار الماء فتبقى النيتروجين وعلى هذا الأخير أجريا بحثهما فمرراه على معدن المغنسيوم فاتحد به مكوناً نيتريد المغنسيوم Magnesium nitride غير أن غازاً تخلف من هذه العملية فلم يتحد بالمغنسيوم وعند فحصه بالمطياف[1] Spectroscope وجد أن له طيفاً يخالف طيف النيتروجين كما أن كثافته عند ما قدرت وجدت أكبر وعندئذ أدركا أن تلك الفقاعة التى طالما عصت كافندش وأعيته عام ١٧٨٤ كانت عنصراً جديداً.

ولما كان هذا العنصر الجديد خاملا بليداً وليست له أية خاصية كيميائية فقد سمى بغاز الأرجون Argon ومعناه العاطل.

وبينما كان رامساى يبحث عن مصدر آخر لعنصر الأرجون غير الهواء الجوى أتاه نبأ من ميرز Miers يقول إن هيلدبراند Hildebrande قد حصل على غاز النيتروجين من خام معدنى[2]

(١) ثبت أن للعناصر أضواء إذا ما حللت بالمطياف تكونت لها طيوف تتميز بها عن بعضها – راجع عيون العلم (اقرأ ٧٥).

(٢) هذا الخام يسمى Cleveite ويحوى أيضاً ضمن عناصره نسبة من عنصر اليورانيوم.

فأرسل رامساى أحد أعوانه فاشترى من هذا الخام بما قيمته ٢٠ قرشاً وأقامه على العمل يستخلص النيتروجين من هذا المصدر الجديد وعكف رامساى على النيتروجين الذى حضره مساعده بمختبره فحوله جميعه إلى غاز النوشادر بمعالجته بالهيدروجين فى ظروف خاصة غير أنه وجد فى النهاية جرماً صغيراً من الغاز لم يتحول إلى نوشادر .

ترى ما هذا الغاز المختلف ؟ عالجه رامساي بالأوكسجين علّه يتحد به غير أنه ظل عنيداً لايتحول قط وأخيراً حلله بالمطياف فوجد له طيفاً خاصاً فحار فى أمره وأرسل عينة منه إلى سير وليم كروكس Sir W. Crookes الذى كان أطول باعاً من رامساى فى بحوث التحليل الطيفى غير أن هذا كان مشغولا فى بحوثه الخاصة فلم يعر غاز رامساى اهتماماً بادئ الأمر وترك عينته أسبوعاً أو يزيد . وفى يوم ٢٣ مارس سنة ١٨٩٥ أبرق كروكس إلى رامساى بالنبأ العظيم. إن هذا الغاز هو الهيليوم Helium العنصر الذى اكتشفه الفلكى لوكير Sir N. Lockyer فى الشمس عندما كان يراقبها وقت كسوفها عام ١٨٦٨ وسمى بهذا الاسم نسبة إليها فكلمة Hélios معناها الشمس . .

ويرجع الفضل فى هذا الكشف إلى المطياف فهذه العين السحرية العجيبة مكنت العلماء من معرفة أمور كثيرة كانت

سراً مجهولا إلى عهد قريب . وبها أيضاً أثبتوا أن الكثير من العناصر مثل الهيدروجين والصوديوم والحديد والنحاس وعناصر أخرى كان المعتقد أنها خاصة بالأرض موجودة أيضاً بالشمس بنفس النسبة الموجودة بها فى الأرض . وهذا من أقوى الأدلة على أن الأرض كانت جزء من الشمس انسلخ عنها فى الأزمان الغابرة .

وكان لاكتشاف الهليوم فى بعض خامات الأرض عام ١٨٩٥ هزة عنيفة فى الدوائر العلمية . .

ويوجد الهليوم أيضاً فى بعض الغازات الطبيعية التى تخرج من الأرض . ففى كنساس بولاية تكساس بأمريكا يخرج من الأرض غاز طبيعى يحتوى على ١ فى المائة من الهليوم كما يخرج هذا الغاز من بعض الأراضى فى كندا . . والولايات المتحدة وحدها تنتج من الهليوم ٥٠٠٠٠٠ قدماً مكعبة يومياً وسعر القدم المكعبة فى تلك البلاد لا يزيد عن قرش صاغ واحد .

* * *

وجد سير وليم رامساى أن الهليوم والأرجون صنوان فى البلادة والكسل . ولما كان أحد العلماء قد وضع عام ١٨٦٩ جدولا للعناصر — كما سنرى فيما بعد — ورتبها فى مجموعات أو أسر

يتشابه أعضاء الأسرة الواحدة فيما بينها فى الخواص الكيميائية فقد خطر فى رأس رامساى خاطر جرىء ! !

لماذا لا يكون فى جدول العناصر أسرة من العناصر الخاملة .

ولكن عنصرين فقط لايكفيان لتكوين أسرة . . فلابد — إذن — من البحث عن أعضاء جدد .

وعاود رامساي البحث يعاونه ترافرس M. W. Travers وآخرون وكان مجال بحثهم هواء الجو بعد إسالته . . وقد كللت جهودهم بالنجاح واكتشفوا عنصراً جديداً سموه الكريپتون Krypton ومعناه المختفى .

وتوالى البحث وأضيف لهذه الأسرة العجيبة عضوان آخران هما النيون Neon ومعناه الجديد والزينون Xenon ومعناه الغريب. وأخيراً اكتمل أعضاؤها باكتشاف عنصر آخر له نشاط إشعاعى مؤقت وهو عنصر الرادون Radon ..

والجدول التالى يبين نسبة هذه العناصر الغازية فى الهواء الجوى :—

الغاز	النسبة بالحجم	النسبة بالوزن
الهليوم	جزء واحد فى كل ٢٠٠,٠٠٠ جزء	رطل واحد فى كل ٧٢٥ طن
النيون	» » » » ٦٥,٠٠٠	» » » » ٤٤ »
الأرجون	» » » » ١٠,٠٠٠ »	» » » » ٧٥ رطل
الكريبتون	» » » » ١,٠٠٠,٠٠٠ »	» » » » ١٧٣ طن
الزينون	» » » » ١١,٠٠٠,٠٠٠ »	» » » » ١٢٠٨ »

وجميع أعضاء هذه الأسرة أو مجموعة الصفر كما سماها السير وليم رامساى ليس لها أى نشاط كيمائى فهى لا تتحد مع غيرها من العناصر . غير أن العلم لم يتركها على كسلها وبلادتها بل تحايل عليها حتى استخدمها فى كثير من الأغراض الصناعية . فالهيليوم — كما سبق الإشارة — يستعمل بأمان تام فى ملء البالونات والسفن الهوائية فهو يمتاز عن الهيدروجين الذى كان يستعمل قبلا لهذا الغرض بأنه لا يشتعل . . كما يستخدم الهيليوم أيضاً فى صنع جو مناسب يتنفس فيه الغواصون أثناء القيام بواجبهم . . فالغواص إذا استنشق هواء مسحوباً له من الجو الطبيعى وهو يعمل فى الأعماق البعيدة تحت ضغط الماء ذاب قدر كبير من نيتروجين هذا الهواء فى دمه. وعند عودته إلى سطح الماء ينفصل النيتروجين الزائد فجأة عن الدم

وربما سبب ذلك جلطة دموية قد تؤدى إلى نتائج مميتة . . أما إذا استنشق الغواص وهو فى الأعماق جوا مصنوعاً من الأوكسجين والهيليوم أمكنه أن يعمل دون خطر لأن الهليوم يكاد لا يذوب فى الدم .

والهيليوم والنيون والأرجون تعطى أضواء بديعة إذا ما حبست فى أنابيب زجاجية ومرر خلالها تيار كهربائى عالى الفولت قليل الضغط . وتستخدم هذه الأضواء بكثرة اليوم فى الإعلانات فنراها على وجهات المحال التجارية ومطارح اللهو وفى الإعلانات الضوئية الكبيرة . وغاز النيون يعطى أضواء حمراء برتقالية بينما الأرجون مع بخار الزئبق يعطى لوناً أزرق يظهر أخضر إذا ما مر خلال أنبوب زجاجى أغبش . . أما الهيليوم فيعطى نوراً أبيض يظهر خلال الزجاج الأصفر ذهبى جذاب . . أما الرادون فلنشاطه الإشعاعى قد يستعمل فى أغراض طبية .

* * *

٤ — عنصر الكلور

فى عام ١٨٣٤ أقام الملك شارل العاشر ملك فرنسا حفلة ساهرة فى قصر التوليرى دعى إليها الكثير من النبلاء وأكابر القوم . . وأضيئت أبهاء القصر وردهاته بمئات الشموع . .

وبعد برهة فسد جو القصر بغاز مثير نفاذ تولد من احتراق الشموع الكثيرة فضايق ضيوف الملك وعكر مزاجهم .

وفى الحال استدعى الملك شارل العالم دوماس J.B. Dumas وطلب منه تفسير هذا الأمر وتدبير العلاج اللازم .

ونظر دوماس فى الشموع . . وجدها بيضاء ناصعة البياض وأدرك كل شىء . . أدرك أن الشموع قد بيضت بالكلور فمن خواص هذا العنصر قصر الألوان (أى إزالتها) فالكلور المتخلف من عملية تبييض الشموع قد اتحد بهيدروجين هذه الشموع عند اشتعالها وتكوّن من هذا الاتحاد غاز مثير نفاذ هو الذى أفسد جو التوليرى وأزعج المدعوين .

فأما الهيدروجين فقد عرفناه . . فما هذا الكلور وما قصته ؟

فى أواسط القرن السابع عشر الميلادى حضر جوهان رودلف جلوبر J. R. Glauber الكيميائى البافارى حامضاً سائلا سماه حامض المورياتيك . وذلك من استقطار ملح الطعام الممزوج بحامض الكبريتيك . . وقد تخلف من عملية الاستقطار كتلة ملحية سميت « ملح جلوبر » . وهو الملح الذى نعرفه الآن باسم كبريتات الصودا أو سلفات الصودا .

ولم يتمكن جلوبر من معرفة تركيب حامض المورياتيك هذا ولا من كشف عنصر الكلور فيه . وفى عام ١٧٧٤ حصل

شيل C. W. Scheele السويدى على غاز بتأثير أوكسيد المنجنيز مع حامض المورياتيك . بيد أنه اعتقد أن هذا الغاز أحد مركبات حامض المورياتيك مع الأوكسجين . وظل هذا الغاز محسوباً كذلك حتى عام ١٨١٠ عند ما برهن السير همفرى دافى Sir H. Davy بالدليل الساطع على أن الغاز الذى حصل عليه شيل مادة بسيطة وعنصراً من العناصر . وسماه الكلور نسبة إلى لونه الأخضر المصفر فلفظة كلور معناها الأخضر .

وعنصر الكلور لايوجد صرفاً فى الطبيعة ولكنه يوجد على هيئة كلوريدات . ومن هذه الكلوريدات وأكثرها كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) وكلوريد البوتاسيوم . والملح الأول غنى عن التعريف والبيان فكلنا يعلم أنه من أهم المواد اللازمة للجسم فهو يدخل فى تركيب الدم . كما أن طعامنا لا يستساغ بدونه . وهو مصدر لكثير من المواد الكيميائية الهامة منها الكلور نفسه وحامض الهيدروكلوريك .

وللكلور رائحة خاصة مهيجة تؤثر فى الأغشية المخاطية وقد يسبب استنشاق المقادير الكبيرة منه الاختناق والوفاة . . وهو سريع الذوبان فى الماء فمقدارين منه يذوبان فى مقدار واحد من الماء فى درجة الحرارة العادية . وهو أثقل من الهواء

بضعفين ونصف ضعف . وله ألفة شديدة للاتحاد بالمعادن فإذا ما وضعت فيه وهى مسحوقة اشتعلت بلهب ولمعان متحولة إلى كلوريدات كما أنه يتحد مع الزئبق مكوناً كلوريد الزئبق وهو المطهر المعروف باسم السليمانى . أما ميله الشديد وشرهه للاتحاد مع الهيدروجين فيكاد يكون أهم صفاته . ومن هذا الاتحاد ينتج غاز حامض الهيدروكلوريك وهو الغاز الذى أزعج ضيوف الملك شارل العاشر وعكر مزاجهم فى حفلتهم الساهرة .

واتحاد الكلور بالهيدروجين لا يجرى إلا فى أحوال خاصة . فالكلور والهيدروجين إذا مزجا بالتساوى كيلا لا يتحدان ما دام مزجهما فى الظلام ولكنه عندما يتعرض إلى نور الشمس يتحد العنصران فى التو بفرقعة شديدة . وإذا وضع المزيج فى نور متفرق كنور الغرف يتحدان تدريجاً بدوى فرقعة . فنور الشمس واسطة كبرى لهذا الاتحاد . . على أن العنصرين يتحدان أيضاً بإدخال لهب أو شرارة فى مزجهما . وقابلية الكلور للاتحاد بالهيدروجين تجعله كثير النفع فهو يستعمل فى تبييض القطن والكتان والورق وغيره . وإزالة ألوانها النباتية (العضوية) وعملية التبييض هذه لا تتم إلا فى وجود الرطوبة (الماء) ففى نور الشمس ينتزع الكلور هيدروجين الماء وتترك

أوكسجينه فيتجرد هذا العمل حال ولادته فيتحد مع كربون تلك الألوان وهيدروجينها ونيتروجينها مكوناً معها مركبات لا لون لهـــا .

ولا تأثير للكلور على الألوان المعدنية (الغير عضوية) ولا على الألوان التى يتوقف سوادها على الكربون كأحبار المطابع .

وتبييض الخيوط بالكلور يكاد يكون مقصوراً على القطنية والكتانية منها فهو لا يؤثر فى أليافها أما المنسوجات الصوفية والحريرية فلا تبيض به لأنها أقل احتمالا لفعله وإنما يستعمل فى تبييضها مركب يعرف بحامض الكبريتوز .

ولا يستعمل الكلور الصرف فى التبييض لأنه غاز قبيح خانق يسبب الكثير من المتاعب والأخطار للقائمين بالعمل . لذلك يؤثرون عليه أحد مركباته مع الكالسيوم (الجير) ويعرف هذا المركب باسم هيبو كلوريت الكالسيوم وهو ما يسمى عند عمال المصانع ومحال التبييض باسم « مسحوق التبييض » ويحتوى هذا المسحوق على ذرة واحدة من الكالسيوم وذرتين من الكلور . وواحدة من الأوكسجين . ولتحضيره يمر تيار من الكلور على الجير المطفأ .

وللكلور فائدة أخرى ومنّة لا ننكرها له فهو مضاد للفساد

والروائح الكريهة وفعله فى ذلك كفعله فى عمليات قصر الألوان أى أنه يتحد مع الهيدروجين المتصاعد من انحلال المواد العضوية المتعفنة مصدر الروائح الكريهة فيوقف الفساد ويقضى على هذه الروائح . . وليس التطهير بالكلور قاصر على إزالة الروائح العفنة إنما يستخدم أيضاً فى القضاء على بعض الجراثيم فى تطهير الماء والهواء . فيقلل من شرور الأمراض وويلاتها .

* * *

ومحلول حامض الهيدروكلوريك عرف منذ عدة قرون تحت اسم « روح الملح » فقد عرفه العرب وقدماء الكيميائيين ممزوجاً مع حامض الأزوتيك (النيتريك) وسموا هذا المزيج بماء الذهب أو الماء الملكى لأنه يذيب المعادن النفيسة كالبلاتين والذهب والفضة . وأما الحامض الغازى نفسه فلم يعرف حتى أواسط القرن السابع عشر لأن الغازات حتى ذلك الحين كانت تجمع عند تحضيرها فوق الماء وهذا الغاز — كما سبق الإشارة — سريع الذوبان فى الماء . وأول من استحضره هو برستلى J. Priestley وذلك بجمعه فوق الزئبق . وفى عام ١٨١٠ أثبت السير همفرى دافى أن هذا الحامض الغازى مركب من الكلور والهيدروجين فقط . وبذلك أفسد الزعم القديم القائل بأن الأحماض لا بد لها من غاز الأوكسجين .

* * *

قلنا إن الكلور يتحد مع كثير من العناصر مولداً ما يعرف بالكلوريدات وهى أملاح يدخل فى تركيبها الكلور مع هذه العناصر أو أكاسيدها أو هيدراتها أو بيكربوناتها . . وللكلور فى الخاصية نظائر هى عناصر البروم واليود والفلور لذلك تعرف هذه العناصر الأربعة بالمجموعة الهالوجينية Halogens ومعناها « مولدات الملح » .

* * *

٥ ــ غاز الفلور

يقال إن أول مركب يحتوى على الفلور قد استخدمه شوانهاردت Sohwanhardt عام ١٦٧٠ م. فى التأثير على الزجاج. وهذا المركب هو ما يعرف بحجر دربيشير Derbyshire spar خلطه شوانهاردت بحامض الكبريتيك فوجد لهذا الخليط تأثيراً عجيباً فى مادة الزجاج .

وفى عام ١٧٧١ حضر شيل عينة لحامض أدرك فيما بعد أن حجر دربيشير هو ملح هذا الحامض متحداً بالجير . . ثم جاء أمبير Ampere عام ١٨١٠ فقال إن هذا الحامض الذى

حضره شيل هو أحد مركبات الهيدروجين مع عنصر غير معروف يماثل عنصر الكلور بيد أن قوله هذا ظل فرضاً يعوزه الدليل حتى جاء دافى فأثبت (فى نفس العام) بعد مباحث عديدة أجراها على هذا الحامض ومقارنته بحامض الهيدروكلوريك — صحة قول أمبير ومن ثم أطلق على هذا العنصر المجهول اسم الفلور وسمى الحامض باسم حامض الهيدروفلوريك .

وانبرى الكيميائيون يحاولون الحصول على هذا العنصر الجديد مفرداً ولكن مساعيهم خابت كلها وظل الفلور عاصياً على تجاربهم وحيلهم .

ومرت السنون والفلور لا يلبي النداء حتى إذا ما انتصف عام ١٨٨٦ أو على التحديد فى السادس والعشرين من يونيو من هذا العام أعلن هنرى مواسان H. Moissan الأستاذ بمدرسة الصيدلة بباريس أنه حصل بعد جهود جبارة استنفدت الكثير من الوقت والمال على بضع فقعات من العنصر فى الحالة الصرفة . وفى الحال طير الخبر إلى أكاديمية العلوم التى شكلت لجنة لفحص الموضوع وتقديم التقرير اللازم .

والطريقة التى حضر بها مواسان الفلور تتلخص فى أنه حلل بواسطة الكهرباء محلولا هو حامض الهيدروفلوريك الجاف (الخالى من الماء) مذاباً فيه ملح فلوريد البوتاسيوم الهيدروجيني

فى أنبوبة على شكل « U » مصنوعة من سبيكة من البلاتين والإيريديوم وقد وضع الأنبوبة المذكورة فى حمام تبريد درجته ـ٢٣ (تحت الصفر) مستعملا لهذا الغرض كلوريد المثيل وذلك لكى لا يتطاير حامض الهيدروفلوريك الذى يغلى عند درجة ١٩ مئوى فقط .

وكان نجاح مواسان فى فصل هذا العنصر من الأعمال الباهرة ومن الآثار العظيمة فى هذه الصناعة .

وعنصر الفلور غاز له لون أخضر كلون الكلور — يوجد فى الطبيعة مركباً مع الكالسيوم فى الحجر المعروف باسم حجر دربيشير . وفى مياه البحار والينابيع المعدنية كميات ضئيلة منه . كما يوجد أيضاً فى عظام ذوات الثدى وأسنانها وفى بعض النباتات . . والفلور هو أنشط العناصر جميعاً وأكثرها اتحاداً وألفة . فهو يتحد بقوة وشراهة مع جميع العناصر تقريباً باستثناء الأوكسجين والغازات الخاملة طبعاً . ولشدة نشاطه إننا حالما نفصله من مركبات يتحد فى التو مع غيره مكوناً مركبات أخرى . أما ألفته بالهيدروجين فتفوق فى شدتها ألفة الكلور ، واتحاده بالهيدروجين يكون فى الظلام بفرقعة عظيمة لشدة التفاعل . وهو أيضاً ينتزع الهيدروجين من مركباته فإذا ما اتصل بالماء مثلا تفاعل معه بشدة منتزعاً هيدروجينه . أما فعله فى

السليكا (مادة الرمل ويصنع منها الزجاج كما سنرى) فجدير بالذكر فهو حال التقائه بها يطرد أوكسجينها ويحل محله مكوناً فلوريد السليكون الرابع . ومن هذا يتضح ما اكتنف عمليات تحضيره من مصاعب . فعندما حاول دافى تحضيره فى آنية زجاجية بواسطة إحماء فلوريد الفضة الجاف مع غاز الكلور تولد من هذا الإحماء كلوريد الفضة وانفرد الفلور ففعل لتوه فى الزجاج متحداً مع السيليكا طارداً الأوكسجين . . ولما حاول تحضيره فى آنية بلاتينية اتحد عند انفراده بالبلاتين وكون فلوريد البلاتين . وهكذا خابت كل الحيل فى تحضيره منفرداً حتى وفق مواسان عام ١٨٨٦ فى تحضيره بالطريقة التى سبق ذكرها . .

ومن اتحاد الفلور مع الهيدروجين ينتج حامض قوي قريب فى الصفات من حمض الهيدروكلوريك والأحماض التى تجرى مجراه غير أنه أقوى منها جميعاً ويمتاز عنها بشدة تأثيره على الزجاج . . ويحضر هذا الحامض من استقطار مسحوق حجر دربيشير مع حامض الكبريتيك واستقبال الناتج فى آنية معدنية أقل تأثيراً بفعل الحامض . وأكثرها استعمالا الرصاصية والبلاتينية .

وهذا الحامض سائل عديم اللون له رائحة مهيجة حريفة

خانقة. وإذا سقطت نقطة منه على الجلد قرحته قرحاً بليغاً يتسع ويزداد مسبباً ألماً وإزعاجاً شديداً وقد لا يعالج إلا بقطع الجلد المصاب . . وحتى بخاره إذا ما أصاب الأصابع أهاج ما تحت الأظافر وسبب ألماً مؤلماً . .

ولشدة ألفة هذا الحامض بالماء فإنه إذا ما قرب منه اتحد معه محدثاً أزيزاً شبيهاً بذلك الذي يحدث عند وضع الحديد المحمى فى الماء .

ومن أهم الخصائص الكيميائية لهذا الحامض تذويبه السليكا مهما كانت صلابتها لذلك ينتفع به فى تحليل السليكات المعدنية التى لا تتأثر بالأحماض الأخرى . كما ينتفع به فى الكتابة والنقش على الزجاج . وطريقة هذا النقش نوردها فى السطور التالية :—

من المعلوم أن الزجاج العادى مؤلف من سليكات الصوديوم أو البوتاسيوم مركبة مع سليكات الكالسيوم أو أوكسيد الرصاص . . فعند فعل الحامض فى الزجاج ينتزع السليكا منه ويبقى أثر هذا الفعل ظاهراً على الزجاج . . . لذلك يحمى الزجاج المراد النقش عليه لدرجة تكفى لإذابة الشمع ثم يذر عليه فتات الشمع حتى يغطيه المذاب تماماً ثم ينقش على الزجاج بقلم مرأس صلب بحيث يذهب الشمع بفعل القلم ويتعرى

بالنقش ويصبح مكانه مكشوفاً . يوضع مكان النقش مسحوق حجر دربيشير المندى بحامض الكبريتيك ويترك حوالى ١٥ دقيقة ثم يغسل الزجاج ويحمى مرة أخرى لإذابة الشمع فيظهر النقش محفوراً فى الزجاج بفعل حامض الهيدروفلوريك الذى تصاعد من الحجر المندى بالحامض .

* * *

٣
العناصر المعدنية

النحاس والذهب والحديد والرصاص والفضة والقصدير والخارصين كلها عناصر معدنية عرفها الإنسان منذ عصور متغلغلة فى القدم واستخدمها فى صناعة الكثير من أدواته . وهى عناصر شائعة ليست فى حاجة إلى بيان أو تعريف .

والعناصر المعدنية من صفاتها اللمعان والصلابة وجودة توصيلها للحرارة والكهربائية . وكلها تنصهر وتغلى فى درجات الحرارة العالية غير أن هناك طائفة من المعادن تجمع بين الصفات المعدنية والغير معدنية — وإن كانت تعتبر من العناصر المعدنية — ومن هذه نذكر الصوديوم والبوتاسيوم فهما ينصهران

ويغليان فى درجات حرارة منخفضة بالنسبة لبقية المعادن .

* * *

١ ـــ الصوديوم والبوتاسيوم

سمى بعضهم الصوديوم « معدن الصداع » فقد قيل إن كلمة صوديوم Sodium مأخوذة من كلمة صودا Soda وهذه الأخيرة مأخوذه عن اللفظ العربى « صداع » فقد كان العرب يستعملون بعض مركبات هذا العنصر فى التطبيب وانتشر استعمال هذه المركبات بعد ذلك فى أوربا فى العصور الوسطى حيث كانوا يستخدمون منسحوقاً أبيض يسمى صودانم Sodanum لتلطيف آلام الصداع . وهذا المسحوق هو ما يعرف الآن باسم كربونات الصوديوم .

وأهم مصادر كربونات الصوديوم فى الطبيعة هو النطرون Natron وهى لفظة عبرية وعنها أخذت الكلمة اللاتينية ناتريوم Natrium اسماً لمعدن الصوديوم . ومن الثابت أن كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) وكربونات الصوديوم كانت من الأملاح التى عرفها الإنسان فى عصور ما قبل التاريخ ويرجع ذلك إلى كثرة وجودها فى الطبيعة وانتشارها فى كثير من بقاع الأرض مختلطة ببعض الأملاح الأخرى .

وأول من ميز بين أملاح الصوديوم وأملاح البوتاسيوم هو أبو منصور الموفق الفارسى فى القرن العاشر الميلادى ففرق بين كربونات الصوديوم (ملح الرماد) وكربونات البوتاسيوم (ملح القلى) وشرح طرق استخلاص هذين الملحين من رماد بعض النباتات .

وكان كير Kerr حتى عام ١٨٠٧ يقول إن الصودا الكاوية والبوتاسا الكاوية عنصران معدنان فجاء دافى وأعلن فى ذلك الحين أن هاتين المادتين مركبان يمكن تحليلهما بالكهربائية : وقد حصل دافى من هذين المركبين على عنصرى الصوديوم والبوتاسيوم .

والصوديوم لا يوجد صرفاً فى الطبيعة وذلك لشدة ألفته واتحاده مع غيره من العناصر ، ومن أهم المركبات التى توجد فى الطبيعة وتعد من أهم مصادر تحضيره كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) وسلكات الصوديوم الألومنيومية ونترات الصوديوم وكربونات الصوديوم (النطرون) والصوديوم معدن أبيض فى لون الفضة غير أنه إذا تعرض للهواء اكتسى بطبقة صدئة نتيجة اتحاده بالأوكسجين . . وهو لين يمكن قطعه بالسكين فى يسر وسهولة . . ينصهر عند درجة ٩٧,٥ ويغلى عند درجة ٨٨٠ فتتصاعد أبخرته فى لون بنفسجى جميل . وهو موصل جيد

للحرارة والكهربائية . وإذا وضع فى الماء طاف على سطحه مشتعلا بفرقعة لشدة التفاعل فهو يتحد مع أوكسجين الماء مكوناً أوكسيد الصوديوم أما هيدروجين الماء فيتصاعد .

ومن طريف الحيل أنك إذا أخذت قطعة من الجليد وأحدثت بها تجويفاً صغيراً غير عميق ووضعت فى هذا التجويف قطعة صغيرة جداً من الصوديوم أمكنك أن تشعل سيجارتك من قطعة الصوديوم فيظن من يراك أنك تشعلها من الجليد .

وللصوديوم مركبات غاية الأهميـــة فى الصناعة نذكر منها الأوكسيد الأول والأوكسيد الثانى فأوكسيد الصوديوم الثانى عامل مؤكسد قوى ويستعمل فى عمليات التبييض وفى تنقية الهواء المحبوس فى الأماكن الضيقة كالغواصات وغيرها فهو فى هذه الحالة يمتص غاز ثانى أوكسيد الكربون الغير صالح للتنفس وفى الوقت ذاته يطلق غاز الأوكسجين .

ومن مركباته أيضاً الصودا الكاوية أو هيدروكسيد الصوديوم (أوكسيد الصوديوم المائى) وكربونات الصوديوم وهما مركبان يستعملان فى أغراض صناعية كثيرة سيما الأول فهو يستعمل فى صناعة الصابون وفى صناعة الحرير الصناعى وفى الصباغة وغيرها .

وهناك أيضاً من المركبات بيكربونات الصوديوم وسلفاته

(كبريتاته) وستراته (ليموناته) وبروميده ويوديده وكلوراته وكلها مواد معروفة بفوائدها الطبية العميمة .

* * *

والبوتاسيوم عنصر كثير الشبه بالصوديوم فى جميع خواصه الطبيعية والكيميائية فهو فلز لين أبيض ينصهر عند درجة ٦٢م ويغلى عند درجة ٧٦٠ متحولا إلى أبخرة خضراء جميلة .

وكانت كربونات هذا الفلز تستخلص بادئ الأمر من رماد بعض النباتات بمعالجته بالماء فى وعاء من الحديد ومن هنا جاءت تسمية العنصر فكلمة وعاء معناها بالإنجليزية Pot وكلمة رماد معناها Ash فأدمج الكلمتان فأصبح اللفظ Pot-ash ومعناه الرماد الذى فى الوعاء ثم أضيف إليه المقطع اللاتينى ium للدلالة على المعدن فصار Potashium ومعناه معدن الرماد الذى فى الوعاء (أى الذى يستخلص فى الوعاء) ثم حذف الحرف (h) وشدد حرف الـ (S) فصار اللفظ Potassium واتخذ اسماً للعنصر .

أما الاسم اللاتينى له فهو Kalium وهو من مقطعين الأول Kali وقد أخذ عن الكلمة العربية (قلى) والثانى هو المقطع اللاتينى ium ومعنى اللفظ معدن القلى أى معدن الرماد .

وأول من حضر البوتاسيوم فى الحالة العنصرية هو السير

همفرى دافى عام ١٨٠٧ ومركبات هذا العنصر كثيرة الانتشار فى الطبيعة فماء البحر يحتوى على حوالى ١ فى المائة من كلوريد البوتاسيوم . كما أن الرواسب الملحية فى ستاسفورد وفى الألزاس وفى الولايات المتحدة الأمريكية وفى روسيا وفى فلسطين (منطقة البحر الميت) غنية بأملاح هذا العنصر .

وسليكات البوتاسيوم الألومنيومية كثيرة الانتشار فى الأرض ومنها تتسرب مركبات البوتاسيوم إلى التربة بفعل الأمطار وعوامل الطبيعة الأخرى ومن ثم يمتصه النبات .

والبوتاسيوم — كما أسلفنا — يشبه الصوديوم فى خواصه الطبيعية والكيميائية لذلك كانت أملاح العنصرين متماثلة تماماً فى هذه الخواص ولكن من الغريب أنها تختلف تمام الاختلاف فى الخواص الفسيولوجية فمثلا كلوريد البوتاسيوم لا يحل محل كلوريد الصوديوم فى تجهيز الطعام .

ومن أهم مركبات البوتاسيوم أكسيده الأول وأوكسيده الرابع وهذا الأخير عامل مؤكسد يفوق فى قوته الأوكسيد الثانى للصوديوم . ومن مركباته أيضاً البوتاسا الكاوية أو هيدروكسيد البوتاسيوم (أوكسيد البوتاسيوم المائى) ويدخل هذا المركب فى صناعة الصابون الطرى وغيره من الصناعات . . ثم هناك أيضاً كربونات البوتاسيوم وبيكربوناته وكلوريده وبروميده وهذا

الأخير يستعمل طبياً منوماً ومسكناً للأعصاب غير أن كثرة استعماله لهذه الأغراض والتعود عليه قد يؤثر فى القوى العقلية .

وهنالك أيضاً يوديد البوتاسيوم وسلفاته ونتراته وكلوراته والمركب الأخير مؤكسد قوى ويدخل فى صناعه المفرقعات فإذا خلط بالفسفور والكبريت كان باروداً خطراً وهو يستعمل فى بعض الأغراض الطبية كالتطهير وقتل الجراثيم . وأما فى الصناعة فيستعمل فى الأكسدة وفى صناعة الثقاب (الكبريت) وفى صناعة الألغام والمواد الناسفة .

* * *

٢ — الزئبق

عنصر لعب دوراً كبيراً أيام الكيميائيين الأوائل فقد عده جابر بن حيان شيخ الكيميائيين العرب ركناً ركيناً لإقامة دعائم المذهب الذى كان يعد أول المذاهب الكيميائية . وهو مذهب تحويل المعادن . فقد ذهب جابر ومن تبعه من المشتغلين بصناعة الكيمياء إلى أن المعادن كلها مركبة من الزئبق والكبريت. وأن الاختلاف الجوهرى فيما بينها يتوقف على اختلاف مقدار هاتين المادتين ونقائهما . وأن اختلاف المعدن وخصائصه تتوقف على الزئبق، وأما التغيرات التى تظهر فيه بالإحماء فناتجة

من الكبريت الذى فيه، وكان جابر يذهب أيضاً إلى أن أفخر المعادن وأشرفها هى المحتوية على أنقى الزئبق ولذلك لا تؤثر فيها الحرارة ولا تغير صفاتها . وأما المعادن الأقل كرامة فالزئبق فيها أقل كمية ونقاء لذلك تفعل فيها الحرارة . فكل من الذهب والفضة مؤلف بحسب مذهب جابر هذا من الزئبق والكبريت النقيين . الذهب من الكبريت الأحمر والفضة من الكبريت الأبيض . وأما خسيس المعادن فزئبقها قليل الكمية قليل النقاء وكبريتها كثير الكمية قليل النقاء . . وهذا المذهب وغيره من مذاهب المتقدمين لا يعتد به فى أيامنا هذه لأن نور العرفان قد نفذ إلى كل شيء فميز الناس بين الفاسد والصحيح من هذه المذاهب والآراء .

* * *

والزئبق معدن من المعادن ويرجع الفضل فى إثبات ذلك إلى برون Braun عام ١٧٦٠ . وهو سائل فى درجات الحرارة العادية . كثيف رجراج فى لون الفضة السائلة ولكنه يجمد فى درجة ٤٠ تحت الصفر .

ويوجد هذا المعدن فى جهات متفرقة من العالم . إما خالصاً أو على هيئة ملغمات مع الذهب أو الفضة أو كليهما . ولكن المصدر الرئيسى له هو الزنجفر (كبريتيد الزئبق) وأهم مواطن

هذا الخام إسبانيا وإيطاليا وبعض جهات من أمريكا وفى روسيا .

والزئبق وإن كان يغلى فى درجات الحرارة العالية (٣٥٧) فإن بخاره قد يتطاير فى درجات الحرارة العادية . وبخاره سام خطر .

حدث عام ١٨١٠ أن كانت إحدى السفن تحمل ١٣٠ طنا من الزئبق انتشلته من حطام إحدى السفن الإسبانية . وكان الزئبق محبوساً فى رقاق وضعت داخل براميل من الخشب وكان العطب قد أصاب بعض هذه الرقاق فتسرب الزئبق من محبسه وعملت فيه حرارة الجو فانتشر بخاره وعم سائر عنابر السفينة . فظهرت أعراض التسمم الزئبقى على رجال السفينة فخرج الزبد من أفواههم بكثرة وأصاب بعضهم شلل جزئى وسقطت أسنانهم ومات كثير منهم ونفق جميع ما بعنبر الماشية من خراف وخنازير ودجاج ولم ينج من هذا الكرب العظيم الذى أصاب السفينة وأهلها سوى نفر قليل من ضباطها كان عملهم يقتضى وجودهم دائماً على سطحها .

ومما جاء فى تقرير طبيب السفينة المنكوبة فى وصف هذا الحادث قوله .

« وكانت الجرذان تصعد بذعر بالغ من العنابر السفلية إلى

سطح السفينة فتقفز فى الهواء ثم تسقط ميتة .

وللزئبق تأثير كبير على الكثير من المعادن فهو يذيبها مكوناً مركبات صلبة أو سائلة تعرف بالملغمات ومن أمثلة ذلك أننا إذا غمرنا قطعة من الصوديوم فيه بعد تدفئته ذابت على الفور وينتج عن ذلك وهج وحرارة ويعرف المركب الجديد باسم الصوديوم الملغم . وهو عامل مختزل قوى .

ومن أهم مركبات الزئبق أوكسيد الزئبق الأحمر وهو شائع الاستعمال فى تحضير عينات الأوكسجين فى المعامل الدراسية . وقد لعب هذا المركب الدور الأول فى هدم نظرية السعير (الفلوجستون) The Phlogiston Theory على يدى لافوازييه[1].

ومن مركباته أيضاً كلوريد الزئبقوز (الكالومل) وهو مسهل معروف كثير الاستعمال فى الأغراض الطبية وكلوريد الزئبقيك وهو المطهر المعروف بالسليمانى . وهو سام وكثيراً تستعمله الطبقة الدنيا فى الانتحار وارتكاب جرائم التسمم . وخير ترياق له زلال البيض مع ماء كثير .

* * *

(١) راجع لافوازييه (اقرأ رقم ٢٤) .

٣ ــ المعادن المشعّة

فى أواخر القرن الماضى وأوائل القرن الحاضر حدث تطور عظيم فى العلوم الطبيعية . فذرات العناصر التى كان يظن أنها غير قابلة للتجزئة ثبت أنها تتجزأ وأن بعض العناصر تتحطم ذراتها وتتجزأ من تلقاء نفسها وتعرف هذه العناصر بالعناصر ذات النشاط الإشعاعى . ويرجع الفضل فى إثبات ذلك إلى هنرى بيكيرل H. Becquerel عام ١٨٩٦ وإلى بيير ومدام كورى P. & Mme. Curie عام ١٨٩٨ .

فما هذا النشاط الإشعاعى ؟ وما هذه العناصر المشعة ؟

نظرت مدام كورى إلى عينة الراديوم التى حضرتها عام ١٨٩٨ فرأت وهجاً وشعاعاً أنارا الظلام . فهب العلماء يدرسون هذه الأشعة ويحللونها فمن ذلك أنهم جعلوها تمر بمجال مغناطيسى فتحللت إلى ثلاثة أجزاء انحرف أولها يميناً وانحرف ثانيها شمالا بينما سار ثالثها فى سبيله لا يلوى على شىء غير متأثر بقوة المغناطيس . وسمى العلماء الجزء الأول أشعة ألفا والجزء الثانى أشعة بيتا والجزء الثالث أشعة جاما . وألفا وبيتا وجاما أول الحروف الهجائية فى اللغة اليونانية. . غير أن البحوث أثبتت بعد ذلك أن أشعتى ألفا وبيتا ليستا أشعة بالمعنى المعروف

بل أن كلا منهما عبارة عن جسيمات صغيرة تحمل الكهرباء فالأولى تحمل كهرباء موجبة والثانية تحمل كهرباء سالبة وأما أشعة جاما فهى ليست جسيمات مكهربة وهذا هو السبب فى عدم انحرافها عند مرورها بمجال المغناطيس . . وهى أشعة حقيقية تشبه أشعة الضوء وإن كانت تختلف عنها فى قصر الموجة .

والجسيم الواحد من جسيمات ألفا يزن سبعة أجزاء من مليون مليون مليون مليون جزء من الجرام وإن عجبت أيها القارئ من ضآلة هذا الوزن وخفته فاعلم أيضاً أن هذا الوزن يعادل أربعة أمثال وزن ذرة الهيدروجين التى هى أخف ذرات العناصر على الإطلاق . أما جسيم بيتا فوزنه أقل من ذلك بكثير إذ يساوى نحو جزء من ١٨٠٠ جزء من ذرة الهيدروجين .

فالنشاط الإشعاعى لبعض العناصر كالراديوم واليورانيوم وغيرها هو تهشم ذرات هذه العناصر تهشما ذاتياً وتناثر جسيمات ألفا وبيتا وأشعة جاما . فالأمور فى هذه الذرات مضطربة غير مستقرة وتلك هى الميزة التى تميزها عن غيرها من ذرات العناصر الأخرى .

* * *

اليورانيوم عنصر أهم خاماته البتشبلند Pitchblende وهو

خام معقد يحتوى على يورانات اليورانيل والرصاص وبعض العناصر الأخرى والغازات وأهم مناجم التتشبلند هى مناجم تشينكو لوبوى فى الكنغو البلجيكى كما اكتشفت مناجم له فى شمال كندا الغربى حيث يوجد البتشبلند مختلطاً بالفضة الخالصة وبعض مركبات النيكل والكوبالت . ومن المناجم الشهيرة لليورانيوم أيضاً مناجم يواخيمستال Ioachimstal فى تشيكوسلوفاكيا فعلى البتشبلند المستخرج من هذه المناجم أجرت مدام كورى وزوجها تجاربهما عام ١٨٩٨ ومنه أيضاً استخرجت أول إنتاج للراديوم فى العام نفسه .

وأما اكتشاف اليورانيوم فكان عام ١٧٨٩ ويرجع الفضل فى ذلك إلى كلابروث M.H. Klaproth الألمانى وأول من بحث فى نشاطه الإشعاعى هو بيكيرل الفرنسى عام ١٨٩٦ .

وكلمة اليورانيوم تذكرنا دائماً بالقنبلة الذرية . تلك القنبلة التى هزت الدنيا وجعلت الناس يهتمون بأمر الذرة وتركيبها كما جعلتهم يهتمون بالعلوم الطبيعية والبحوث العلمية فقد كانت لأبحاث العالمين هاهن واشتراسمان Hahn and Strassmann فى برلين فى فلق ذرة هذا العنصر مقدمة لعصر جديد . . عنصر الذرة التى لو شاء العلماء استخدموا طاقتها على شكل قنبلة مدمرة تمحى المدن وتهلك الشعوب ولو شاءوا استخدموها أداة محركة

تعود على العالم بالخير وعلى الشعوب بالسلام والرخاء .

* * *

وأما الراديوم فإننا عندما نذكره نذكر مدام كورى . . .
نذكر قصة مولد عنصر من أهم العناصر . . . نذكر قصة
من أروع قصص رواد العلم وأبطال البحوث الذين عملوا فى
صمت ولم تفسدهم الشهرة أو ذيوع الصيت . .

استرعى نظر مدام كورى رسالة نشرها بيكيرل عام ١٨٩٧
عن الإشعاع الذاتى لمركبات اليورانيوم فاستهواها البحث وكانت
وقتذاك تفكر فى موضوع تختص فى بحثه لنيل إجازة الدكتوراه
فى العلوم الطبيعية . فتساءلت عن ماهية هذا الإشعاع وعن
مصدره ففتح لها هذا السؤال مجالا واسعاً للبحث والدراسة .
فعكفت فى معملها المتواضع تجرى التجارب فى صبر عجيب ..
وامتحنت فى تجاربها هذه جميع العناصر التى كانت معروفة
وقتذاك تقريباً . وأخيراً قفز فى رأسها خاطر جرىء . . . . .
إن معدن البتشبلند الذى يستخلص منه اليورانيوم لا بد أن
يكون محتوياً على مقادير صغيرة من عنصر غريب أقوى إشعاعاً
من اليورانيوم فما هذا العنصر يا ترى ؟

وتحمس زوجها بيير كورى لفكرتها هذه فترك بحوثه الخاصة
جانباً ثم وحدا جهودهما لكشف القناع عن هذا العنصر

الحديد . . فانبرى الاثنان على العمل رغم حاجتهما إلى المال بعزم لا يلين فاختبرا كل العناصر التى يحتويها البتشبلند ومدى النشاط الإشعاعى لكل منها فتوصلا آخر الأمر إلى أن هناك عنصرين لا عنصر واحد يمتازان بالنشاط الإشعاعى ، وفى منتصف عام ١٨٩٨ أو على النحديد وفى شهر يوليو من ذلك العام أعلنت مدام كورى أنها اكتشفت أحد هذين العنصرين وأطلقت عليه اسم البولونيوم Polonium نسبة إلى بلادها بولونيا التى تكن لها كل ولاء ووفاء . . وفى شهر ديسمبر من العام نفسه أعلنت عن اكتشافها الذى هز الدوائر العلمية ... إنه عنصر جديد يمتاز بنشاطه الإشعاعى العظيم . . إنه الراديوم . . ! !

وكان أول ما حصلا عليه من هذا العنصر دقائق لا تشفى غليل علماء الطبيعة وعلماء الكيمياء الذين قابلوا هذا الكشف فى شىء غير قليل من التحفظ والفتور بادئ الأمر . كان لا بد لهم لكى يعترفوا بهذا الكشف أن يروا هذا العنصر رأى العين وأن يختبروه فى مختبراتهم وأن يقرروا وزنه الذرى . . . وتسرب الملل واليأس إلى نفس بيير لكثرة ما يكتنف هذا العمل من عقبات ولعدم توافر المال حتى لقد فكر فى أن ينفض يده من الأمر كله ويعود إلى أبحاثه . . وأما مارى فلم تيأس ولم تبتئس بل واصلت العمل فى عزم وإصرار سنين أخرى حتى

تم لها النصر أخيراً وأمكنها أن تحصل على قدر ديسيجرام من عنصر الراديوم الصرف . . وكان ذلك عام ١٩٠٢ . . .
وهنا أحنى العلماء رؤوسهم لماري وبيير كورى تقديراً لمجهودهما واعترافاً بفضلهما على العلم .

واعترفت الدوائر العلمية بهذا الفضل، ففى عام ١٩٠٣ منحتهم الجمعية الملكية بلندن وسام دافى . . وفى نفس العام أعلنت أكاديمية العلوم بمدينة استكهولم بالسويد أن جائزة نوبل للعلوم فاز بها مناصفة هنرى بيكيرل من ناحية ومارى وبيير كوري من الناحية الأخرى تقديراً لبحوثهم القيمة فى النشاط الإشعاعى .

وإشعاع الراديوم يفوق آلاف المرات إشعاع اليورانيوم . . وأشعته تخترق أعسر المواد وأكثفها . . وللراديوم قيمة طبية عظيمة . . فقد كان كشف هذا العنصر نعمة من نعم الله ساقها لعباده على يدى مارى سكلودفسكا البولونية الأصل تخفيفاً لآلام مرضى السرطان المساكين .

* * *

ولم تعد ظاهرة الإشعاع قاصرة على بعض العناصر دون الآخر ففى عام ١٩٤٣ أعلنت إيرين كورى Irene Curie ابنة مدام كورى بالاشتراك مع زوجها جلوليو Joliot أن العناصر

غير المشعة يمكن تحويلها إلى عناصر مشعة ودللا على ذلك بأن أطلقا جسيمات ألفا على عنصرى البورق والألومينيوم فتحولا إلى عنصرين مشعين وعندما أبطل إطلاق هذه الجسيمات استمر الإشعاع تماماً على نحو ما يحدث فى العناصر ذات الإشعاع الطبيعى . ! !

وقد أدى بحث إيرين وجوليو كورى إلى فتح ميادين واسعة من البحث ولجها العلماء فتوصلوا إلى نتائج باهرة تبشر بالخير العميم لبنى الإنسان فها نحن أولاء نسمع عن الكربون المشع أو صنف الكربون ١٤ الذى إذا أدخل فى غذاء النباتات تحت ظروف خاصة — أعطت هذه النباتات أحماضاً أو قلويات مشعة — حسب نوعها — وهى مواد فعالة جزيلة النفع فى علاج بعض الأمراض .

* * *

وهناك غير ما تقدم عشرات أخرى من العناصر المعدنية نذكر منها — باستثناء الشائع المعروف — الليثيوم والمنجنيز والفاناديوم والكروميوم والمغنسيوم والكوبالت والرابيديوم والأسترونيوم والمليبدينيوم والبالاديوم والكادميوم والتنجستن والأوزميوم والإيريديوم .

* * *

٤
العناصر الغير المعدنية

هناك طائفة من العناصر لا تمتاز بشكل ثابت فقد ترى العنصر الواحد منها فى جملة صور وهى كذلك لا تمتاز باللمعان المعدنى — باستثناء اليود إذا حسبناه من هذه الطائفة — وهذه العناصر الغير معدنية هشة فى الغالب لا تقبل السحب ولا الطرق ورديئة التوصيل للحرارة والكهربائية . وهى تنصهر وتغلى فى درجات حرارة واطئة بالنسبة للمعادن وأهم العناصر الغير معدنية الكربون والسليكون والفوسفور والكبريت والبروم واليود .

* * *

١ — السليكون

إذا تصورنا القشرة الأرضية وما عليها من حيوان ونبات وجماد صحيفة مربعة الشكل كان نصف هذه الصحيفة أوكسجيناً وربعها سليكوناً والربع الباقى يشمل بقية العناصر .

من هذا نرى أن عنصر السليكون كثير الانتشار فى الأرض

وهو لا يوجد فى الحالة العنصرية بل مركب مع غيره من العناصر فى كثير من الصور كالسليكا (أوكسيد السليكون) والرمل والطفل وحجر الصوان والإردواز . .

فى عام ١٦٦٠ أشار أوتو تاخينو O. Tachenius أن السليكا لها خصائص حامضية وفى عام ١٧٨٧ قال لافوازييه إن السليكا ما هى إلا أوكسيد لعنصر غير معروف حتى جاء جاى لوساك فكشف النقاب عن هذا العنصر الغير معروف وحضر السليكون بالاشتراك مع لويس ثينارد L. Thenard (١٨٠٩ — ١٨١١) وذلك بتسخين البوتاسيوم مع مركب فلوريد السليكون الغازى .

وللسليكون صورتان . الأولى مسحوق بنى اللون يشتعل بشدة فى الهواء أو الأوكسجين مكوناً السليكا أو أوكسيد السليكون .. والثانية بلورات تشبه المعدن فى شكلها . . ويستخدم السليكون فى عمل صلب مقاوم للأحماض بخلطه مع الحديد بنسبة النصف .

ومن أهم مركبات السليكون مركب كربيد السليكون . وهو ما يعرف بالكاربوراندوم ويستعمل لقساوته وشدة صلابته فى شحذ الآلات الحادة كما يستعمل فى قطع الزجاج وكشط المعادن . ثم السليكا أو الأوكسيد الثانى للسليكون وهو مركب كثير الانتشار فى الطبيعة بصور عديدة منها الصوان والكوارتز

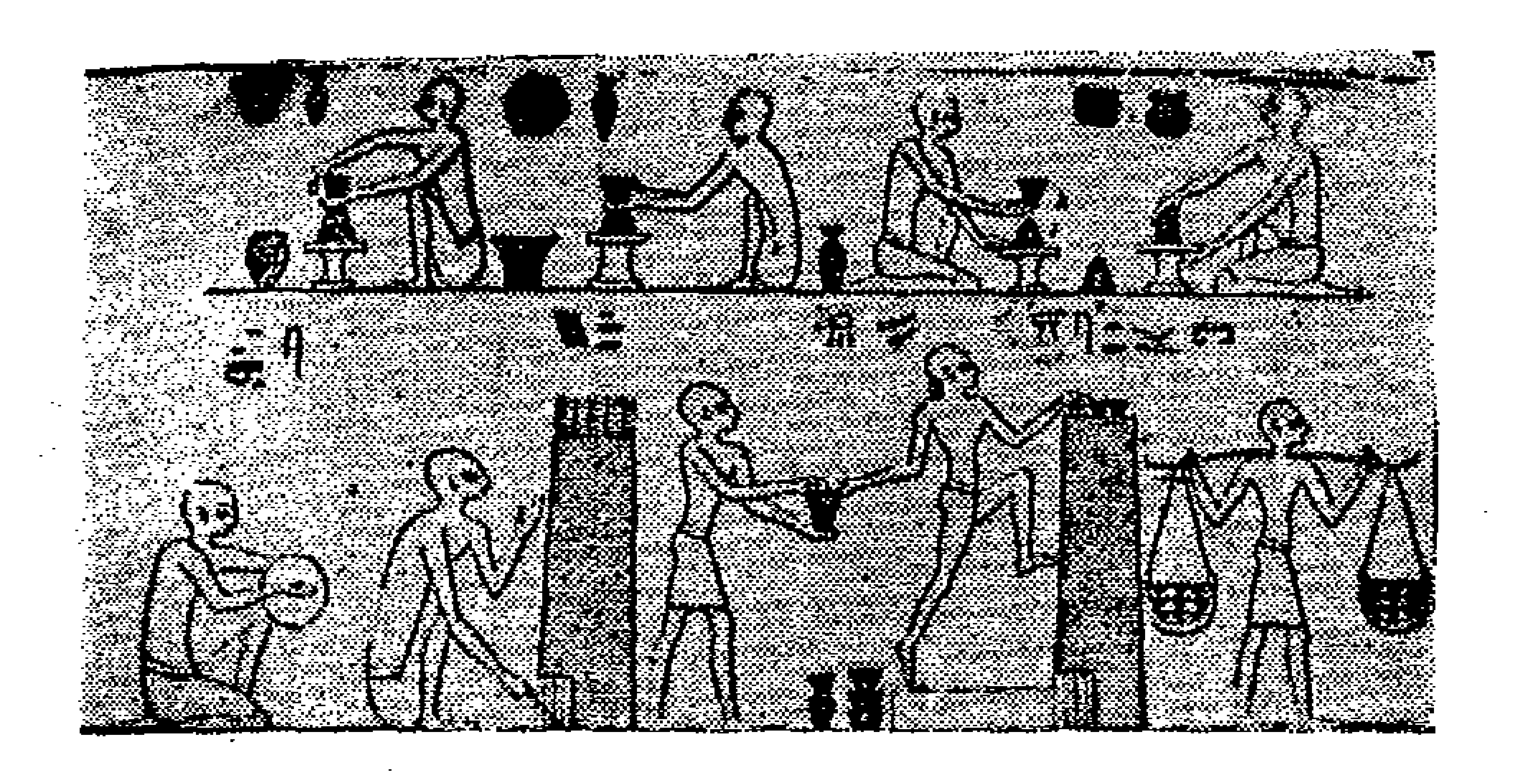
أو الصخر البلورى والرمل . ومن الكوارتز يصنع زجاج يعرف بزجاج السليكا ويمتاز هذا الزجاج عن غيره بأن معامل تمدده صغير للغاية لذلك فالأدوات التى تصنع منه لا تتأثر بالحرارة أو البرودة المفاجئة .

ومن المركبات أيضاً سليكات الصوديوم وسليكات البوتاسيوم وهذان المركبان أساسيان فى صناعة الزجاج .

وتستعمل السليكا فى صناعة الزجاج العادى والزجاج الكريستال ويصنع الزجاج العادى بصهر الرمل (إحدى صور السليكا) مع كربونات الصوديوم وأوكسيد الجير وكربوناته . . وتسهيلا لعملية الصهر يضاف إلى هذا الخليط نسبة معينة من قطع الزجاج القديم . . وينتج من صهر هذا الخليط سليكات الصوديوم وسليكات الجير مع فائض من السليكا . . والزجاج المجهز بهذه العملية يعرف بزجاج الصودا ويستخدم فى النوافذ ومنه تصنع الأنابيب الزجاجية والأوانى .

وتستعمل كربونات البوتاسيوم بدلا من كربونات الصوديوم فى العملية السابقة للحصول على زجاج أشد صلابة .

أما زجاج الكريستال الذى منه تصنع الأكواب والقنانى وأوانى الزهور فيصنع من خليط من الرمل وأوكسيد الرصاص الأحمر مع كربونات البوتاس . بينما تصنع الزجاجات العادية



صناعة الزجاج عند قدماء المصريين

(من آثار بلدة بنى حسن يرجع تاريخها إلى

١٩٠٠ سنة قبل الميلاد)

من خليط من سليكات الصوديوم والجير والألومينيوم والمنجنيز والحديد . والحديد هو الذى يلون الزجاج باللون الأخضر فإذا أريد الحصول على زجاج أبيض استخدم الرمل الأبيض واستبعد الحديد تماماً من مركبات الخليط . ولما كان ذلك ليس بالشيء الهين فإن إضافة شيء من ثانى أوكسيد المنجنيز للخليط يزيل اللون الأخضر وذلك بالتعادل معه .

ويصنع زجاج النظارات وآلات النظر باستعمال مركبات خاصة فالزجاج المعروف باسم كروكس Crookes يدخل فى صنعه مركبات من النيودايميوم والبرازيودايميوم neodymium & paraseodymium التى تكسر الأشعة فوق البنفسجية .

وللحصول على زجاج ملون يضاف للخليط قبل صهره مقادير معينة من مركبات خاصة بنسبة تقل أو تزيد حسب عمق اللون المطلوب . فتستعمل مركبات الكوبالت للحصول على اللون الأزرق بينما تستعمل مركبات الذهب والنحاس للون الأحمر. وثانى أوكسيد المنجنيز للون البنفسجى ومركبات الكروم للون الأخضر ومركبات الأنتيمون والكادميوم للون الأصفر .

* * *

وصناعة الزجاج صناعة مصرية قديمة والفراعنة هم أول من اكتشفوها واشتغلوا بها وإن كان بلينى Pliny يزعم غير ذلك

فقد روى هذا المؤرخ الرومانى أن جماعة من التجار كانوا يستريحون تحت سفح جبل الكرمل بفلسطين وقد رست سفينتهم — وكانت محملة بتجارة من النطرون (كربونات الصودا المتجرية) على بعد حوالى نصف الميل من مجلسهم . . ولما شرعوا فى إعداد الطعام لم يجدوا فى الأرض الرملية صخوراً لكى يهيئوا بها وجاقاً ليضعوا عليه قدورهم . فذهب أحدهم إلى السفينة وحمل كتلا من الصودا وأعدوا الوجاق وأشعلوا النار . . وعملت النار فى الصودا فأذابتها وامتزجت بالرمل الذى انصهر أيضاً ورأى الناس سيالا شفافاً يجرى عل الأرض بين أيديهم . . وهكذا اكتشف الزجاج .

وهناك أكثر من دليل على أن هذه الرواية لا نصيب لها من الصحة فمن الثابت أن الزجاج عرفه قدماء المصريين منذ عصور بعيدة . . فعلماء الآثار يقررون أن الزجاج اختراع مصرى أو على الأقل كانت صناعته راسخة فى البلاد ومنتشرة انتشاراً كبيراً أيام الفراعين الأولين شأنها فى ذلك شأن صناعة المعادن . . وقد اكتشفت فى مصر خرزات من زجاج أخضر يرجع تأريخها إلى ٣٤٠٠ سنة قبل الميلاد أى قبل عهد الأسرات... كما يوجد فى المتحف البريطانى إناء زجاجى أزرق جميل يرجع تأريخه إلى عهد الملك تحتمس الثالث (١٥٥٠ سنة ق.م.)

وكانت مدينة تل العمارنة مركزاً هاماً لتلك الصناعة . وكان النطرون اللازم يستورد من البحيرات الملحة بالوجه البحرى .

ومن المحتمل أن تكون صناعة الزجاج قد عرفت منذ أزمان بعيدة فى بلاد سوريا وفى بريطانيا . غير أنه من الثابت أن الزجاج المصرى كان يصدر إلى سائر بلاد الإمبراطورية الرومانيـــة .

ومن الشعوب التى عرفت الزجاج وصناعته أيضاً السوماريون والأشوريون ففى المتحف البريطانى آنية زجاجية يرجع تأريخها إلى عهد الملك سرجون الأشورى (٧٠٠ سنة ق.م.) .

* * *

٢ — الفوسفور أو حامل النور

فى عام ١٦٧٤ كان براند الألمانى يجرى أبحاثه بغية الحصول على حجر الفلاسفة . . تلك المادة التى طالما داعبت أحلام الفلاسفة القدماء فكانوا يعتقدون أن لها فعل أشد من قوة السحر . . فهى التى تجلب الذهب . . وتهب الشباب الدائم والنعيم المقيم . . ومن العجيب أن براند راح يبحث عن الشباب

والسعادة فى الرجس والنجاسة . . وكان يبحث عن الحجر الموعود فى البول . . فعكف يجرى التجربة تلو التجربة غير مشمئز ولا متأفف . . وفى أثناء بحثه هذا توصل إلى استخلاص مادة عند امتحانها وجد أنها تنير فى الظلام فسماها الفوسفور ومعناها Light bearer حامل النور .

وقد حاول جوهان كانكل J. Kunckel (١٦٣٠–١٧٠٣) أن يشترى سر استخلاص الفوسفور وطريقة إعداده ولكن براند كان قد باعه إلى كرافت Krafft فعكف كانكل على إجراء التجارب حتى وفق أخيراً عام ١٦٧٨ إلى تحضيره .

وعرض كرافت الفوسفور فى إنجلترا ولمّح لروبرت بويل ببعض سر تحضيره فانبرى هذا للعمل فى البول يخمره ويقطره حتى تمكن آخر الأمر من تحضير عينة منه عام ١٦٨٠ وبذلك كان بويل ثالث من حضروا الفوسفور من البول وأول من نشر طريقة استخلاصه .

وحتى ذلك الحين لم يكن الفوسفور معدوداً من العناصر حتى أثبت ذلك لافوازييه عام ١٧٧٢ .

ومصادر الفوسفور الطبيعية هى الفوسفات — مركبات العنصر مع الكالسيوم والألومينيوم والحديد وغيرها . وتحتوى العظام على ٣/٥ وزنها فوسفاتاً (فوسفات كالسيوم) .

والفوسفور من العناصر الضرورية لمادة البروتوبلازم — وهى المادة الحية فى الحيوان والنبات .

ويحضر الفوسفور الآن من الفوسفات فتسخن هذه وتخلط بالرمل والفحم فى أفران كهربائية درجة حرارتها ١٤٠٠ — ١٥٠٠ فيتصاعد بخار العنصر فيكثف .

والفوسفور الناتج بعد التكثيف يكون مختلطاً بالشوائب فلتنقيته يصهر فى محلول محمض من بيكرومات الصوديوم فتتأكسد هذه الشوائب وتذوب فى المحلول أو تطفو على سطحه . تؤخذ بعد ذلك كتلة الفوسفور وتجفف .

والفوسفور سريع الاشتعال فقد يشتعل فى درجة الحرارة العادية لذلك يحفظ دائماً مغموراً تحت الماء .

ولهذا العنصر عدة صور أهمها الفوسفور الأصفر والفوسفور الأحمر والفوسفور الأسود . فأما الأول فيكاد يكون فى لون الشمع وشكله — وهو ما كان يسميه جابر بن حيان بالفوسفور الأبيض . كثافته ١.٨ وهو ينصهر فى درجة ٤٤.١ ويغلى فى درجة ٢٨٠ ، لا يذوب فى الماء ولكنه يذوب فى ثانى كبريتيد الكربون وزيت الزيتون والبنزين . وإذا وضعنا قطعة منه فى مكان مظلم صدر منها نور أخضر . وتفسير ذلك أن أبخرة تتصاعد من الفوسفور فتتأكسد ببطء بأوكسجين الهواء متحولة

إلى ثالث أوكسيد الفوسفور الذى عنه يصدر النور ثم يتحول هذا فيما بعد إلى الأوكسيد الخامس .

أما الفوسفور الأحمر فهو فى الأصل فوسفور أصفر عمل فيه الضوء أو عملت فيه الحرارة وهو يختلف عن الأول بأنه غير متماسك وكثافته ٢,٢ — لا يتوهج فى الظلام . وينصهر عند درجة ٥٩٠ ويغلى عند درجة ٧٤٠ وبخاره عند تكثيفه يتحول إلى بلورات من الفوسفور الأصفر .

والصورة الثالثة أو الفوسفور الأسود وكثافته ٢,٧ يحضر من الفوسفور الأصفر بعد ضغطه ضغطاً هائلاً تحت درجة ٢٠٠ مئوى .

* * *

ويجهز كل عام حوالى ٤٠ — ٥٠ ألف طن من الفوسفور ويستخدم الجزء الأكبر منه فى صناعة الثقاب (الكبريت) فرؤوس عيدان الكبريت تصنع من خليط من كلورات البوتاسيوم وأوكسيد الحديديك وثانى أوكسيد المنجنيز وبيكربونات البوتاسيوم — أو خليط من بعض المؤكسدات مع صمغ وغراء ومسحوق الزجاج وقليل من مادة الكبريت . وأما المادة التى تكون عادة على علب الثقاب والتى عليها تحك رؤوس الثقاب فمصنوعة من خليط من الفوسفور الأحمر وكبريتيك الأنتيمون

مع الصمغ . فعند عملية (الحك) تتولد حرارة تكون كافية لإشعال الفوسفور مع المواد المؤكسدة التى فى رأس العود .

ومن فوائد الفوسفور أيضاً أنه يدخل فى صناعة نوع من البرونز يعرف بالبرونز الفوسفورى وهو معدن قاسى شديد الصلابة يستعمل فى شتى الأغراض الصناعية .

وللفسفور مركبات عديدة نذكر منها الهيدروجين المفسفر (الفوسفين) وحامض الفوسفوريك وخامس أوكسيد الفوسفور وخامس كاوريده . والمركبان الأخيران يمتازان بشدة ألفتهما للماء والاتحاد به ولذا يستعملان فى تخفيف المواد عند تحضيرها سيما الغازات .

* * *

٣ ـ الكبريت

عرف الكبريت فى الأزمان القديمة وذلك لانتشار رواسبه (فى الحالة العنصرية) فى جهات عديدة من المعمورة . . . فقد ذكره هوميروس فى الأودسة ووصفه بأنه (بارئ الأسقام). نظراً لتأثير الغاز الناتج من احتراقه (ثانى أوكسيد الكبريت) فى قتل الجراثيم . وقال عنه بلينى إنه يزيل البثور من الوجه وأنه علاج لإسعاف لدغ العقرب . . . بينما قال بارثولوميو الإنجليزى

Bartholomew فى القرن الثالث عشر إن هناك أربعة أنواع من الكبريت ووصف واحد من هذه الأربعة بأنه خطير عاصف ملآن بالخبث . .

وقال السير توماس براون Sir Thomas Browne (١٦٠٥–١٦٨٢) إن الكبريت أو حجر الاشتعال مادة طبيعية مكونة من الدهن وأجسام أخرى قابلة للاشتعال . يستعمل إما خاماً كما يوجد فى الطبيعة وقد سماه فى هذه الحالة الكبريت الحى ولونه أصفر معتم . أو بعد تنقيته حيث يصفى لونه ويصبح أصفر فاتحاً .

والعرب عرفوه أيضاً وزعم كيميائيوهم على رأسهم ابن حيان أن جميع المعادن مركبات من الكبريت والزئبق . . وعرفوا فوائده الطبية واستخدموه فى علاج الكثير من الأمراض .

وفى القرن الثامن عشر — وفى عام ١٦٩٧ على التحديد زعم شتال E. Stahl أن الكبريت مركب من حامض الكبريتيك (وكان يعتبر من العناصر وقتذاك) ومن الفلوجستون (السعير أو مادة النار) Phlogeston وأن الكبريت عند احتراقه يطرد لهباً (هو فلوجستون متصاعداً) ويتخلف حامض الكبريتيك... وأن الفلوجستون إذا ما أمكن إضافته للحامض المذكور نتج الكبريت .

وظلت الأقوال تتضارب فى أمر الكبريت حتى جاء لافوازييه (١٧٤٣ – ١٧٩٤) فأثبت أنه مادة بسيطة وعنصر من العناصر .

ويوجد الكبريت صرفاً فى الطبيعة أو مركباً مع كثير من العناصر على هيئة كبريتيدات أو كبريتاتات ومن هذه المركبات كبريتيد الحديد (بيريت الحديد) وكبريتيد الرصاص أو (الجالينا) وكبريتيد الزئبق (الزنجفر) . . منها أيضاً كبريتات الكالسيوم (أى سلفاته) وهى الجبس والمصيص والألبستر – وكبريتات المغنسيوم (ملح إبسوم أو الملح الإنجليزى) وكبريتات الباريوم .

والكبريت كثير الوجود فى النبات فبروتين الفول والحمص والعدس تحتوى على أكثر من ٢ فى المائة منه . كما أن الرائحة (الخاصة) للبصل والثوم والخردل تعزى إلى احتواء هذه الثمار على مركباته .

وتحوى البروتينات الحيوانية . . والشعر والصوف على مقادير من هذا العنصر .

وأهم مصادر الكبريت فى هذه الأيام هى الولايات المتحدة الأمريكية فى ولايتى لويزيانا وتكساس فمن هاتين الولايتين يستخرج نحو ٨٠ فى المائة من إنتاجه فى العالم . وأما مصدره

القديم فكان إيطاليا خصوصاً جزيرة صقلية . . ويوجد الكبريت أيضاً فى المناطق البركانية وفى مياه الينابيع الطبيعية كمياه مدينة حلوان .

والكبريت فى درجة الحرارة العادية جامد سهل الانكسار . وأما لونه فكما هو معروف أصفر فاتح . . وهو عديم الطعم ولا رائحة له فالروائح التى ينسبونها إليه هى رائحة مركباته . . وأما إذا اشتعل تكون له رائحة خصوصية خانقة . وهو لا يذوب فى الماء ولكن يذوب فى الكلوروفورم والأثير والكحول وثانى كبريتيك الكربون .

ومما يتصف به هذا العنصر التكيف الغريب الذى تتشكل به صوره فهو لا يلبث على حالة واحدة بل تختلف صوره باختلاف الأحوال . فهو يرى فى الطبيعة على هيئة بلورات كبيرة جميلة والمظنون أنها تتولد بالتصعيد أى بعد انصهار الكبريت فى باطن الأرض وبرودته بالتدريج . . ومن صوره أيضاً البلورات ذات الشكل الثمانى التى يمكن تحضيرها صناعياً بتذويب قليل من الكبريت فى ثانى كبريتيد الكربون ثم ترك السائل يتبخر فتتولد البلورات المطلوبة وهى ذات ثقل نوعى ٢,٠٥ .

ثم هناك بلورات إبرية الشكل . وهى إبر طويلة شفافة

ثقلها النوعى ١,٩٦ ولها ثمانى زوايا ويمكن تحضيرها بصهر كمية من الكبريت فى بودقة ثم تركها تبرد فى درجة الحرارة العادية فيتولد على ظاهر الكتلة المنصهرة قشرة رقيقة إذا كسرت ظهر تحتها الكبريت فى باطن البودقة على هيئة إبر طويلة . . .
هذا وللحرارة فعل غريب فى الكبريت نبينه فيما يلى : —

ا — عند درجة ١١٤,٥ يذوب متحولا إلى سائل أصفر صاف ثقله النوعى ١,٨ يجرى فى الإناء الموضوع فيه فى يسر كما يجرى الماء . . وإذا سكب هذا السائل فى الماء تحول فى التو إلى جامد أصفر كما كان أولا . . وإذا ما ارتفعت درجة الحرارة أكثر من ١١٤,٥ تغير السائل الأصفر الصافى تدريجاً إلى سائل لزج بنى اللون .

ب — عند درجة ٢٠٠ يصبح لون السائل ضارباً إلى السواد ويصير قوامه شديد اللزوجة حتى أنه لا ينسكب إذا قلب الوعاء .

ج — عند درجة ٣٢٠ يعود الكبريت اللزج إلى حالة السيولة غير أنه إذا سكب فى الماء هذه المرة تحول إلى مادة كالعجين لونها بنى — قليلة الذوبان فى ثانى كبريتيد الكربون ولشدة لينه يسهل سحبه خيوطاً . . ولكن هذه المادة الطرية لا تلبث أن تعود إلى صورة الكبريت المعتاد . أي تأخذ القوام الجامد واللون

الأصفر وتصير هشة سهلة الانكسار وتذوب فى كبريتيد الكربون الثانى .

د — عند درجة ٤٥٠ تتصاعد أبخرة حمراء قاتمة كثافتها ٩٦ بالنسبة لكثافة الهيدروجين .

هـ — وإذا ما ارتفعت الدرجة إلى ٨٦٠ تصير كثافة البخار المتصاعد ٣٢ أى أن جزىء العنصر فى هذه الحالة الغازية وفى هذه الدرجة من الحرارة يكون محتوياً على ذرتين فقط كسائر الغازات . . . غير أنه يمكن الحصول على بخار كبريت كثافته ١٦ أى أن الجزىء يحتوى على ذرة واحدة فقط وذلك إذا ما ارتفعت درجة الحرارة إلى ٢٠٠٠ مئوى .

* * *

وكان العرب يعرفون ما يسمى بلبن الكبريت وهو مركب استخدمه شيخهم جابر ومن جاء بعده فى علاج بعض الأمراض — ويحضر بغليان جزئين من الكبريت الزهر مع ١٣ جزءاً من الماء وجزء من الجير الرائب فيتولد من ذلك مذوب أحمر يحتوى على خامس كبريتيد الكالسيوم الذى ينحل بإضافة حامض الهيدروكلوريك له فيتصاعد الهيدروجين ويتخلف مسحوق أبيض هو لبن الكبريت .

ومن صفات الكبريت الهامة ميله الشديد للاتحاد بالعناصر

فهو يتحد مع أغلبها بدون وساطة . . . ومن مركباته ما يلى :—

١ — الهيدروجين المكبرت — أهم مركبات العنصر مع الهيدروجين — غاز حلو المذاق كريه الرائحة (له رائحة البيض الفاسد) — سام خطر على الصحة وخير ترياق للمصاب باستنشاقه غاز الكلور فيحضر هذا بذر مسحوق هيبوكلوريت الكالسيوم أو (مسحوق التبييض) على خرقة مبللة بحامض الخليك أو الخل وتقرب من أنف المصاب ليستنشق الكلور المتصاعد . ويتحد الهيدروجين المكبرت بالمعادن ويكون أملاحاً تعرف بالكبريتيدات .

٢ — كلوريد الكبريت الأول — أهم مركبات الكبريت مع الكلور — سائل أصفر اللون كريه الرائحة له قدرة عجيبة على تذويب الكبريت بسهولة فى درجة الحرارة العادية . ومحلوله كثيف يحتوى على حوالى ٦٠ فى المائة من الكبريت . . ويستعمل فى الكثير من الصناعات منها صناعة الأحذية الكاوتشوك .

٣ — ثانى أوكسيد الكبريت — غاز عديم اللون خانق كريه الرائحة . يوجد فى مقذوفات البراكين والينابيع البركانية ويحضر بإشعال الكبريت فى الهواء أو فى الأوكسجين الصرف . أو بفعل بعض المعادن كالنحاس أو الفضة فى حامض الكبريتيك

أو بتسخين مزيج من الفحم وحامض الكبريتيك على أن الغاز المحضر بالطريقة الأخيرة يكون ممتزجاً بثانى أوكسيد الكربون . وهذا الغاز عرفت فوائده منذ أزمان بعيدة واستعمل فى أغراض التبخير وتطهير الثياب . ومن أهم صفاته قدرته العظيمة على إزالة الألوان العضوية . ويشاركه فى هذه الخاصية مذوبه فى الماء وهو ما يعرف بحامض الكبريتوس لذلك كان هذا الأخير كثير الاستعمال فى صناعة تبييض الحرير والصوف والقش والإسفنج (وكلها تتلف إذا ما بيضت بالكلور) فهى لا تتلف إذا ما بيضت بهذا الحامض أو بأوكسيده .

ومن صفات هذا الأوكسيد أيضاً قدرته على إيقاف الاختمار والفساد ومنع نمو الجراثيم الحيوانية والنباتية وتكاثرها . لذلك يعتبر ضمن المواد المضادة للفساد ويستعمل فى تطهير البراميل والأوعية الخشبية قبل حفظ السوائل بها .

٤ ــ حامض الهيبوكبريتوس ــ سائل أصفر قاتم فعله أسرع وأقوى من أوكسيد الكبريت الثانى وحامضه فى تبييض المواد العضوية وإزالة ألوانها . ويستعمل مركبه مع الصوديوم (هيبوكبريتيت الصوديوم) فى الصباغة والنقش على القماش .

٥ ــ حامض الكبريتيك ــ حامض من أهم الحوامض وأنفعها . . فهو الوساطة فى تحضير معظم الحوامض الأخرى . .

ويكاد يكون من أهم دعائم الصناعة فى هذا الزمان وأكثرها شيوعاً إذ قلما توجد صناعة لا تحتاج إليه من قريب أو من بعيـــد . .

وهذا الحامض كان معروفاً عند العرب وكانوا يسمونه (زيت الزاج) ولكنه لم يكن فى ذلك الزمان على ما هو عليه الآن من النقاء ويقال إن أول من وصف طريقة تحضيره من الشب الأخضر وصفاً دقيقاً مفصلا هو فالنتين الذى بين أنه يتولد من احتراق الشب الأخضر (كبريتات الحديد) بعد مزجه بحامض قوى .

ويقال أيضاً إن الطبيب وارد المعروف بالدجال ابتدع طريقة لتحضير هذا الحامض احتكرها لنفسه فترة من الزمن . . وتتلخص هذه الطريقة فى أنه وضع فى إناء حديدى خليطاً من الكبريت وملح البارود . وسخن الوعاء لدرجة الاحمرار . . وقد جعل هذا الإناء الحديدى يرتكز على قاعدة من الفخار موضوعة فى إناء زجاجى به قليل من الماء . . وبعد إحماء الوعاء الذى به الخليط غطى الجهاز كله منعاً لتسرب البخار الذى امتصه الماء وصار بفضله حامضاً قوياً هو حامض الكبريتيك . .

* * *

ومن الطرق الحديثة لتحضير هذا الحامض الآن بكميات

هائلة للتجارة ـ أكسدة ثانى أوكسيد الكبريت في حجرات كبيرة من الرصاص . . وأهم مصادر تحضير ثانى أوكسيد الكبريت بيريت الحديد ومواطنه إسبانيا و بلجيكا وفرنسا وقبرص. ويتراوح ما ينتجه العالم اليوم من حامض الكبريتيك بين ٢٠ إلى ٢٥ مليون طن فى العام .

ويمتاز الحامض بثقله وقوامه الزيتى . . وهو خطر يقرح الجلد إذا أصابه . . ولشراهته فى الاتحاد بالماء تتولد حرارة عند امتزاجهما تزيد عن درجة الغليان وقد تسبب كسر الآنية التى بها المزيج إذا كانت من الزجاج . . وهو يؤثر فى جميع المعادن تقريباً ما عدا الذهب والبلاتين ـ غير أنه إذا خلط بحامض النيتريك (الأزوتيك) كان مزيجهما (الماء الملكى) قادراً على تذويب الذهب وإذا خفف المذوب بالماء انفصل ما ذاب من الذهب على هيئة مسحوق أرجوانى .

وبعد فالكبريت ومركباته من المواد الجزيلة النفع العميمة الفائدة . . وقد عرفه الإنسان واستخدمه فى الأزمان القديمة . . واليوم تقوم عليه صناعات لا تدخل تحت حصر نذكر منها صناعة حامض الكبريتيك ـ عماد كل الصناعات تقريباً ـ وصناعة الثقاب والمفرقعات كما تستخدم فى صناعة بعض أنواع من المطاط وفى بعض أغراض طبية . . ومرهم الكبريت شائع

معروف وهو يستعمل فى علاج الجرب وبعض الأمراض الجلدية .

* * *

٤ ـ البروم واليود

سبق الإشارة ـ فى ختام الكلام عن عنصر الكلور ـ أن عناصر الفلور والكلور واليود والبروم تكون مجموعة تعرف بالمجموعة الهالوجينية أى مولدات الملح . وهى عناصر تتشابه مركباتها مشابهة عظيمة فى الخصائص والصفات . فكل واحد من هذه الأربعة يتحد بالهيدروجين بنسبة جوهر منه إلى جوهر من الهيدروجين ويتولد من هذا الاتحاد حامض قوى ذواب فى الماء وكل حامض من هذه الحوامض يولد باتحاده مع المعادن ملحاً يشابه الملح المتولد من الآخر فى وجوه عديدة كالتشابه بين كلوريد البوتاسيوم ويوديده وبروميده . وكالتشابه بين الأملاح جميعها بتركيبها من عنصرين أحدهما معدنى والآخر غير معدنى وبخلوها من الأوكسجين . وبكونها جوامد بلورية ملحية الطعم .

وقد سبق الكلام عن عنصرين من هذه العناصر مولدات

الملح هما الفلور والكلور . وفى السطور التالية نسوق الحديث عن البروم واليود .

* * *

من المستنقعات الملحية القريبة من منتبيلييه Montpellier بفرنسا أخذ بالار Balarad الباريسى ١٨٢٦ بعض الماء وحضر منه بلورات من الملح . . ولما مرر بالار تيار من غاز الكلور فى السائل المتخلف لاحظ تلون السائل بلون أصفر قاتم فبخر هذا السائل ثم عالج الرواسب التى تخلفت بعد البخر بتسخينها مع ثانى أوكسيد المنجنيز وحامض الكبريتيك القوى فحصل على سائل أحمر قاتم له رائحة قوية نفاذة ممقوتة . وسمى بالار هذا السائل الأحمر « المورايد » muride.

وعرف هذا المورايد بأنه عنصر وعرف أنه يشبه الكلور والفلور واليود فى توليده الملح فاعتبر ضمن مجموعتهم وتغير اسمه من المورايد إلى البروم نسبة إلى رائحته الكريهة فكلمة Bromos كلمة يونانية معناها رائحة كريهة .

والبروم كثير الانتشار فى الطبيعة غير أنه لا يوجد فى الحالة العنصرية الصرفة فيوجد فى ماء البحر ــ سيما مياه البحر الميت ــ على هيئة بروميدات الصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم كما أن بعض مياه الينابيع الملحة كالتى توجد بالقرب من

ولايتى أهيو وميشجان بأمريكا . وكذا بعض الرواسب الملحية كالتى توجد بالقرب من ستاسفورت تحتوى على نسبة من هذه البرميدات ويوجد البروم أيضاً بنسبة قليلة فى الأعشاب البحرية فرماد هذه الأعشاب يحتوى على ٠,٧ فى المائة منه .

والبروم سائل أحمر قاتم ثقيل يزن السنتيمتر المكعب منه ٣,١٢ من الجرام . . والبروم والزئبق هما العنصران السائلان فى درجتى الضغط والحرارة العاديتين . . على أن البروم وإن كان يغلى فى درجة ٥٩ إلا أنه سريع التطاير وبخاره الأحمر سام ممقوت خانق يؤذى العين ويهيجها . . والسائل إذا أصاب الجلد أحدث آلاماً مبرحة وحروقاً بليغة . . ولعلاج حروقة يغسل الجزء المصاب بمحلول مخفف من بيكربونات الصوديوم ثم بالكحول وأخيراً بمحلول من حامض التنيك .

والبروم قليل الذوبان فى الماء كثيره فى الكلوروفورم وكلوريد الكربون الرابع وكبريتيد الكربون الثانى والبنزين . . وهو يشبه الكلور فى قدرته على قصر الألوان .

ومركبات هذا العنصر على جانب عظيم من الأهمية فى الطب والصناعة — وأهم مركباته المستعملة فى الطب بروميدات البوتاسيوم والصوديوم والألومينيوم . . . كما أن برميدات الفضة والكادميوم تستعمل فى صناعة التصوير الشمسى . . وهناك

بعض مركبات منه تستعمل فى الصباغة .

* * *

فى عام ١٨١١ كان برنارد كورتوا الفرنسى B. Courtios يجهز — كعادته ملح الصخر (نترات الصوديوم) من رماد الأعشاب البحرية التى جمعها من سواحل نورماندى وبريتانى فأحرق كورتوا هذه الأعشاب وبينما هو يعالج السيال المتخلف بحامض الكبريتيك القوى دهش إذ لاحظ غيوماً بنفسجية اللون عند تبريدها تحولت إلى بلورات لماعة رصاصية اللون . وكان كورتوا كيميائياً ماهراً امتحن هذه المادة الجديدة وعرف الكثير من خواصها وانتهى من امتحانه لها بأنها ربما كانت عنصراً . . وحالت مشاغل كورتوا وأعماله العديدة دون التحقق من إثبات ذلك . . فكلف اثنين من الكيميائيين الفرنسيين هما كليمنت وديسورم Clément & Désorme لاستئناف البحث وتقصى هذه المادة الغريبة . . وفى عام ١٨١٣ نشرا نبذة عما توصلا فى بحثهم وتقصيهم . . . ثم تتابعت أبحاث بعد ذلك قام بها دافى وجاى لوساك فتحقق لهما أن هذه المادة بسيطة فضمت إلى قائمة العناصر وسميت يوداً نسبة إلى لون بخارها البنفسجى . . ذلك اللون الذى فضح أمر هذا العنصر وساعد على اكتشافه . ومعنى يود باللغة اليونانية بنفسجى . .

وظل هذا العنصر معدوداً من جملة المواد العجيبة عدة سنوات ... وكان استعماله قاصراً على بعض الأعمال الكيميائية .. وعند ما أخذ الأطباء ينسبون ما فى الإسفنج من الخواص الطبية النافعة لعلاج بعض الأمراض إلى وجود اليود فيه — كثر طلبه وشاع استعماله خصوصاً بعد أن عرفت فوائده فى صناعة الفوتوغرافيا .

وعنصر اليود لا يوجد صرفاً فى الطبيعة . . وماء البحر يحتوى مقادير قليلة منه كما يحتوى ملح نترات الصوديوم الذى يستخرج من بلاد شيلى على جزأين بالوزن من يوديد الصوديوم فى كل ألف جزء . . . والأسماك والمحار والإسفنج والأعشاب البحرية تحتوى أيضاً على مقادير من اليود .

ويحضر اليود إما من نترات البوتاسيوم الشيلى (وهى أهم مصادره) أو من الأعشاب البحرية التى تجلب من شواطئ إيرلندا واسكتلندا والشمال الغربى لفرنسا .

واليود جامد حرشفى القوام يلمع لمعاناً معدنياً . . أما لونه فرصاصى قاتم . وهو يصبغ الجلد إذا وقع عليه . ثقله النوعى ٤,٩ يسيل فى درجه ١١٥ فإذا ارتفعت الحرارة إلى حوالى ٢٠٠ تحول إلى بخار بنفسجى جميل . . . وبخاره أثقل من الهواء بحوالى تسعة أضعاف . . وطعم اليود مر نوعاً وأما رائحته فخفيفة

تذكرنا برائحة الكلور . . وهو قليل الذوبان فى الماء — يذوب بنسبة ٠,٢٩ من الجرام فى اللتر . . أما الكحول والبنزين والأثير والأسيتون وثانى كبريتيد الكربون فسوائل تذيب اليود بسرعة . . ومذوبه فى السائلين الأولين له لون بنى قاتم وأما فى السوائل الباقية فبنفسجى .

ومن أهم صفات اليود تلوين مذوب النشا لوناً أزرق جميلا كما يظهر ذلك فى فعل بخاره فى حبيبات النشا . . وينتفع بهذه الخاصية فى الكشف عن اليود .

وإنتاج العالم من اليود يقدر بحوالى ١٥٠٠ طن فى السنة ويستغل الجزء الأكبر من هذا الإنتاج فى الأغراض الطبية وصناعة العقاقير . . كما يستغل جزء منه فى الصناعة ففوائده فى التصوير الشمسى وفى الصباغة لا تنكر . . ومحلوله مطهر معروف وقاتل للجراثيم ويحضر المحلول المعروف بصبغة اليود بإذابة اليود مع يوديد البوتاسيوم فى قدر قليل من الماء ثم يخفف المذوت بكحول نقى درجة ٩٠ فإذا كانت نسبة اليود فى المحلول ١٠ جرامات لكل ١٠٠ سنتيمتر من الكحول سمى بالمحلول الثقيل أو القوى Liquor iodi forti وإذا كانت نسبة ٢,٥ من الجرام لكل ١٠٠ سنتيمتر من الكحول سمى بالمحلول الخفيف أو الضعيف Liquor iodi mitis وهناك ما يعرف

بالصبغة الفرنسية أو صبغة اليود البسيطة Liquor iodi simpley وهى تحتوى على ٩ جرامات من اليود المذاب فى ١٠٠ سنتيمتر من الكحول الذى درجته ٩٥

* * *

واليود من المواد اللازمة للجسم ففى بعض البلاد يضيفونه إلى ماء الشرب كما أن بعض الناس فى بريطانيا يستعملون ملح الطعام مضافاً إليه مقادير مناسبة من مركبات اليود . هذا وقد أثبتت التجارب أن اليود إذا ما أدخل فى طعام الدجاج أنتج بيضاً أكثر من المعتاد . . كما أن الماشية والأغنام إذا ما عولج طعامها به درت الأولى لبنا وفيراً وأعطت الثانية مزيداً من الصوف .

الباب الثالث

الكربون

١ ــ هذا العنصر

فى أواخر القرن الثامن عشر سجلَ التاريخ ثورتين . . الثورة الأمريكية . والثورة الفرنسية . وفى هذه الفترة بالذات . . وعندما كان توماس جيفرسون يحرر صك الحرية فى فيلادلفيا . . وكانت الملكة أنطوانيت تفقد رأسها تحت سكين المقصلة فى باريس باسم الحرية والإخاء والمساواة . . فى هذه الفترة بالذات قامت ثورة من نوع آخر لها من الأهمية ما لهاتين الثورتين . . ثورة علمية أطاحت بالقديم من المعتقدات والنظريات العلمية الفاسدة . . وهب الكيميائيون يقيمون دعائم علمهم على أساس من الحقائق متين . . وأضحت الكيمياء علماً له من القواعد والأصول ما لغيره من العلوم . . ولم تعد فناً من فنون الحيل والشعوذة والمعتقدات الباطلة .

وكان زعيم هذه الثورة هو أنطوان لافوازييه . . الكيميائى الفرنسى الذى كافأته حكومة الشعب . . لما أسداه للعلم من

جليل الخدمات . . بالاتهام بالإلحاد والعمل ضد الشعب . . وقدمت رأسه إلى المقصلة التى لا تشبع من الدماء ولا ترتوى . فى الوقت الذى قام فيه واشنجتون فى أمريكا يجمع شمل ولاياتها وينادى باتحادها . . كان لافوازييه فى فرنسا يجرى تجاربه على المركبات يفكك أواصرها ويعيدها إلى عناصرها الأولية . . فتزعم مدرسة الكيميائيين الحديثة ونادى بأن المواد المختلفة لا يمكن دراستها دراسةوافية. ولا معرفةخصائصها الكيميائية إلا بعد معرفة تركيبها . . ومن أمثلة ذلك أنه اختبر السكر وبين أنه يتركب من ثلاثة مواد جوهرية هى الكربون والهيدروجين والأوكسجين . . وأن هذه الثلاثة تتحد فى السكر بنسبة ثابتة لا تتغير أبداً .

والآن يوجد فى الطبيعة ما يزيد عن التسعين عنصراً . . وهذه العناصر هى الأساس فى تكوين كل ما يقع تحت حواسنا من ماديات . . وذلك باتحادها مع بعضها اتحاداً بسيطاً أو معقداً بنسبة ثابتة تختلف باختلاف المواد كاتحاد عنصرى الصوديوم والكلور لتكوين ملح الطعام . . واتحاد عناصر البوتاسيوم والكروميوم والأوكسجين لتكوين الملح المعروف ببيكرومات البوتاسيوم . . غير أن هناك عنصراً واحداً من هذه العناصر له قوة اتحادية معقدة جبارة . . إذ تزيد

عدد مركباته المعروفة الآن عن نصف مليون مركب . . ويكاد هذا العدد يفوق عدد المركبات التى تنتجها بقية العناصر .

وهذا العنصر هو الكربون . .

وهو الذى يوجد فى كل الكائنات الحية نباتية كانت أو حيوانية . .

وهو الذى قال عنه أرمسترونج H. E. Armstrong إنه العنصر الذى تسير معه الحياة جنباً إلى جنب . .

والمواد المشتقة من الكائنات الحية — نباتية أو حيوانية — تعرف بالمواد العضوية Organic substances وقد عرف الكثير من العمليات الكيميائية العضوية منذ أزمان بعيدة فكان قدماء المصريين يصنعون النبيذ من عصير العنب ويستخلصون الزيوت والدهون من الحيوان والنبات .

والكحول — وهو من المركبات العضوية — عرف منذ القرن الثانى عشر فقد ورد ذكره فى مخطوط يرجع تأريخه إلى ذلك القرن . . ومما ورد فى هذا المخطوط ما يلى :—

« عند خلط النبيذ النقى القوى بقدر من الملح وتسخين الخليط فى آنية مناسبة لهذا الغرض نتج (ماء) قابل للاشتعال . »

فهذا (الماء) القابل للاشتعال هو السائل الذى نعرفه الآن باسم الكحول . . والذى أطلق عليه هذا الاسم هو براسيلسوس

Paracelsus (١٤٩٣ – ١٥٤١) .

ومن المركبات العضوية التى عرفت قديماً أيضاً الصابون الذى كان يجهز بإحماء زيت الزيتون أو شحم الغنم لدرجة الغليان مع محلول من رماد بعض النباتات (القلى) أى كربونات الصوديوم أو البوتاسيوم . . كما عرفت بعض الأصباغ وبعض العطور والسموم وكلها من مركبات الكربون . . هذا ويقولون إن الأثير – ذلك السائل الطيار – الذى يستعمل فى التخدير والتطهير وشتى الأغراض الأخرى عرف فى القرن الخامس عشر . والذى اكتشفه هو بازيل فالنتين . . غير أن هناك ما ينفى هذا القول إذ أن فالنتين هذا لم يعش فى ذلك القرن بل بعده . . لأن الكتب المنسوبة إليه كتبت فى القرن السابع عشر .

وهذا الزعم – صح أو بطل – إن دل على شىء فإنما يدل على أن الكثير من مركبات الكربون العضوية قد عرفت فى الأزمان القديمة .

وفى أواخر القرن الثامن عشر نجح كارل ولهلم شيل فى استخلاص بعض المركبات العضوية من مصادرها الأصلية فحصل على حامض الطرطريك من العنب وعلى حامض الجاويك (البنزويك) من صمغ الجاوى . . كما اكتشف

مركب الاسيتالديهايد العضوى واستخلص الجلسرين . .
وحصل على حامض اللبنيك من اللبن الحامض . . وفى السنتين الأخيرتين من حياته وجه أبحاثه لتحضير حامض الأكساليك بأكسدة السكر واستخلاص حامضى الستريك (الليمونيك) والمليك (التفاحيك) من الليمون والتفاح . . غير أن الفضل فى معرفة كنه هذه المركبات واستجلاء سرها يرجع إلى لافوازييه مؤسس المدرسة الحديثة وصاحب نظرية الاحتراق الذى بين أن الحياة عبارة عن عملية احتراق بطيئة . وأظهر العمل الأساسى الذى يقوم به عنصر الكربون مع الأوكسجين فى الحياة الحيوانية والنباتية . . والذى أثبت – بحرقه الكثير من المركبات العضوية التى كانت معروفة فى أيامه – أن هذه المركبات تتكون من اتحاد الكربون والهيدروجين فقط . أو مع بعض عناصر أخرى كالأوكسجين والأزوت بنسبة ثابتة تختلف باختلاف هذه المركبات .

٢
الكربون والحياة

وصف أرمسترونج الكربون بقوله :ـ

« يقف عنصر الكربون كالكوكب المضيء وسط سر الحياة الغامض »

والحياة سر أزلى حار الأقدمون والمحدثون في معركة كنهه واستجلاء غوامضه . . فما نعرف من أمر الحياة سوى مميزاتها ومظاهرها التى تبين لنا الفرق بين الكائنات الحية والجمادات . . فمن مميزات الحياة الحركة . . وحركة الكائن الحى ليست كحركة الجماد بل هى حركة تتطلبها ضروريات الحياة وعوامل البقاء . . ومن مميزاتها أيضاً التغذية . . والكائن الحى — على اختلاف أنواعه — يأخذ الأغذية إلى داخل جسمه ويطلق عليها شتى العصارات والخمائر فتفعل هذه فى الأغذية فعلا كيميائياً يتولد عنه طاقات عديدة يستفيد منها الكائن الحى فى نموه وأوجه نشاطه المختلفة . . فمن هذه الطاقات ما يمد الجسم بالحرارة ومنها ما يمده بالقدرة الآلية وغير ذلك من

الطاقات الأخرى . . وهذا هو الفعل الكيميائى الذى وصفه لافوازييه بأنه عملية احتراق بطىء . . .

وكل كائن حى – بسيط كان أو معقد – يتكون من وحدات أساسية تعرف بالخلايا . . وهذه الخلايا تحتوى على مادة الحياة . . تلك المادة التى عجز العلماء حتى الآن عن استجلاء سر تركيبها . .

وتتــكون مادة الحياة هــذه من مركبات عضوية هى الهيدروكربونات والشحوم والبروتينات . . والمركبان الأولان عناصرهما الكربون والهيدروجين والأوكسجين . . أما البروتينات فأكثر منهما تعقيداً إذ يدخل ضمن تركيبها عناصر الأزوت والكلور والكبريت والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والفوسفور والحديد . . ولقد حاول الكثير من العلماء أمثال إميل فيشر F. Fischer وشتزنبرجر Schutzenberger وغيرهما تحضير هذه المادة الحية بعمليات بنائية تكوينية Synthesis ولكن مساعيهم ذهبت سدى وذلك لعدم توصلهم إلى معرفة تركيبها الكيميائى المعقد بالضبط . . فجزئيات هذه المادة صغيرة متناهية فى الصغر وتتكون من عدد هائل من الذرات فمن أمثلة ذلك أن اليحمور (المادة الملونة فى الدم) وهو من البروتينات البسيطة التركيب يحتوى الجزىء الواحد منه

على ما يزيد عن ٦٠٠ ذرة كربون وأكثر من ١٠٠ ذرة هيدروجين وما يقرب عن ٢٠٠ ذرة أوكسجين وأزوت . .

وتكوين المواد العضوية أى الكربونية من عمل الأجسام الحية أى أنه لا يتم إلا بوساطة القوى الحيوية vis vitalis فى الأعضاء الحية للحيوان والنبات . . وكان الاعتقاد السائد حتى أواخر القرن الثامن عشر أن مثل هذه المركبات لا يمكن بناؤها فى المعمل بطرق تكوينية إلا أن بعض الكيميائيين توصلوا إلى صنع بعضها مثل حامض الأكساليك وحامض النمليك (يوجد فى النمل) . . على أن هذه المركبات العضوية التى صنعت صنعاً كانت نقطة البدء فى تحضيرها مواد عضوية أخرى . . وأن أحداً لم يتوصل إلى صنع مركبات عضوية من مواد غير عضوية صرفة . . فالقول بأن مركب البولينا الذي حضره فوهلر Wohler فى معمله عام ١٨٢٨ من سيانات النوشادر قد زعزع الاعتقاد بضرورة توسط القوى الحيوية فى تكوين المركبات العضوية . قول على شيء غير قليل من الخطأ لأن السيانات نفسها تحضر من مصادر عضوية كالحوافر والقرون ..

وكان تحضير مركبات الكربون فى المعمل فتح له خطره فى ميدان العلم قام عليه فرع جديد فى الكيمياء له دراساته الخاصة وأبحاثه المستقلة . . ويعرف هذا الفرع بالكيمياء

العضوية أو كيمياء المواد التى يدخل الكربون فى تكوينها . . .
ومن العلماء الذين لهم الفضل فى التوسع فى دراسات مركبات الكربون العالم فريدريك أوجست كوكلى A F. Kekulé الذى بين خاصية هذا العنصر فى اتحاد ذراته بعضها ببعض على هيئة سلسلة مفتوحة أو مقفلة مكوناً بذلك مركبات لا يكاد يحصيها العد .

ولندع كوكلى يصف لنا كيف تواردت هذه الفكرة إلى خاطره أثناء وجوده بلندن :—

قال الأستاذ جاب Prof. Japp عام ١٨٩٨— قال كوكلى:
« كنت عائداً إلى دارى فى ليلة صيف صافية فى آخر سيارة للركاب . . وكانت السيارة تجتاز شوارع لندن المقفرة فى تلك الساعة المتأخرة من الايل . . وما هى إلا لحظات حتى أخذتنى إغفاءة رحت بعدها فى ما يشبه الحلم . . ورأيت فيما يرى الحالم الذرات تتراقص أمام عينى . . وكانت هذه الأجسام المتناهية فى الدقة فى حركة دائمة . . وكنت قبل ذلك أعرف أن الذرات تتحرك غير أنى لم أك قادراً على تمييز حركاتها . . والآن وأنا فى غيبوبتى هذه رأيت كيف يتحد ذرتان صغيرتان ببعضهما .. وكيف يتكرر هذا الاتحاد وينضم كل زوج بالآخر فى سلسلة لا نهاية لها . . » .

* * *

وفى العصر الحاضر ازدهر هذا الفرع من العلوم ازدهاراً كبيراً . . وباتت الكيمياء حيوية وغير حيوية تتغلغل فى كل ناحية من نواحى حياتنا فى السلم وفى الحرب على السواء .

٣
صور الكربون

عرف الإنسان الكربون منذ معرفته للنار . . عرفه فى صورتى الفحم النباتى والسناج (السخام أى الهباب) . . والفحم النباتى والسناج مادتان يتخلفان من احتراق الحطب وأغصان الشجر . . ويقولون إن الرومان كانوا يصنعون السخام بحرق المواد الراتنجية Resin أو الصمغية ويستعملونه فى عمل الحبر وبعض الأصباغ والبويات . . والماس وهو أنقى صور الكربون عرف أيضاً منذ الأزمان القديمة رغم ندرته فى العالم باستثناء الهند . . فقد وصفه بلينى بأنه بلورات شفافة عديمة اللون لها زوايا ست . . سطوحها لماعة تنتهى على شكل هرم محدد الرأس أو على شكل هرمين كثيرى السطوح لهما قاعدة مشتركة . . وقال أيضاً إن قطع الماس الصغيرة تستعمل بمعرفة الحفارين وصانعى الحلى

فى أغراض شتى . وذلك لما للماس من قدرة كبيرة على خدش معظم المواد مهما كانت صلابتها . .

وفى عام ١٦٠٤ عـف دى بوت De Boot الماس بأنه مادة كبريتية نارية وبعده بقرن من الزمان وصفه السير إسحق نيوتن Sir Isaac Newton بأنه مادة قابلة للاشتعال.. ثم جاء أفيرانى Averani فأجرى حرق قطعة من الماس أمام الدوق كوزمو الثالث دوق توسكانى . . وفى عام ١٧٧٥ بين لافوازييه أن ناتج احتراق الماس النقى هو الكربون الصرف . . وأثبت تينانت Tennant ذلك أيضاً عام ١٧٩٧ ،وفى عام ١٨١٤ قال دافى إنه ما دام ناتج احتراق الماس هو ثانى أوكسيد الكربون . . فالماس كربون صرف . . وما ناتج الاحتراق هذا سوى الكربون الذى هو فى صورة الماس متحداً مع أوكسجين الهواء عند الاحتراق .

وفى عام ١٨٠٠ كان ماكنزى Mackenzie قد أثبت أن مادة الجرافيت ــ مثل فحم الخشب والسناج والماس ــ صورة من صور الكربون العديدة .

وهناك صور أخرى للكربون نذكر منها فحم الكوك والفحم الحجرى والفحم الحيوانى وفحم المعوجات .

* * *

الفحم النباتى — أو فحم الخشب . . ونحصل عليه بحرق الخشب فى قدر محدود من الهواء أو بتقطيره تقطيراً إتلافياً . . وهو مادة مسامية لها القدرة على امتصاص الغازات والسوائل الطيارة والمواد الملونة . . وهذا الفحم إذا عولج ببخار الماء الساخن — تحت ظروف خاصة — تحول إلى ما يعرف بالكربون النشط أو الكربون الفعال . . والكربون النشط المجهز من فحم قشر جوز الهند يستعمل فى الكمامات الواقية من الغازات السامة وفى بعض الأغراض الكيميائية . .

السناج — أو السخام أو النيلج . . كربون فى صورة مسحوق ناعم . . الصنف المتجرى منه يكون — عادة — مختلطاً ببعض الغازات والزيوت . . غير أن تحضيره على درجة كبيرة من النقاء ميسور للغاية . . ويصنع هذا النوع من الكربون بحرق البترول أو النفتالين أو الغاز الأسود (الخام) أو المواد الكربونية الأخرى فى أفران خاصة مع قدر محدود من الهواء يسمح فقط بإتمام عملية الاحتراق . . فيتصاعد السناج من المواد المحترقة فيمر فى أنابيب من التيل أو جلد الأغنام ويعلق بها . . . فتؤخذ هذه الأنابيب ويفصل منها السناج . . .

ويستخدم نصف السناج الذى ينتجه العالم تقريباً فى صناعة إطارات السيارات لأن الإطارات التى تحتوى على ٢٥

فى المائة منه تتحمل خمسة أضعاف ما يتحمله مثيلاتها المصنوعة من المطاط الصرف . . ويستخدم السناج أيضاً فى صناعة بعض الأحبار وفى عمل ورق الكربون . . كما يستخدم فى صناعة أقراص تسجيل الصوت (أسطوانات الفونوغراف) وفى بعض الأصباغ والدهون .

الماس — توجد أهم حقول الماس فى جنوب أفريقيا وفى أمريكا الجنوبية وفى الهند كما يوجد الماس أيضاً فى أستراليا وبعض الممالك الأخرى . وقد أمكن عمل ماس صناعى ولكن صناعته لا يمكن أن تعد ناجحة لما يكتنفها من مصاعب . . وأول من حضر الماس الصناعى هو مواسان الفرنسى عام ١٨٩٣ . . وتتلخص طريقته فى أنه سكب مصهور الحديد على كربون نقى ثم برد المخلوط بسرعة وذلك بوضع البودقة، التى فيها هذا المخلوط وهو فى درجة ١٥٠٠ مئوى فى مصهور الرصاص الذى درجته ٣٣٠ فقط . . أخذ مواسان كتلة الحـــديد بعد ذلك ووضعها فى حامض الهيدروكلوريك فذاب الحديد وتخلف راسب هو دقائق صغيرة من الماس والجرافيت .

وحاول آخرون — بعد مواسان — تهذيب هذه العملية بغية الحصول على الماس الصناعى على نطاق واسع غير أنهم لم

يوفقوا إلا فى تحضير ماسات صغيرة للغاية لا يزيد قطر الواحدة منها على المليمتر الواحد . .

والماس – كما هو معروف – أصلب المواد على الإطلاق لذلك وضعه الأستاذ موهس الألمانى Prof. F. Mohs أستاذ التعدين (١٧٧٣ – ١٨٣٩) على رأس قائمة الصلابة التى وضعها لعشرة من الأحجار التى توجد فى الطبيعة ورتبها حسب صلابتها كما يلى :–

١ – الماس	٦ – الأبيتايت
٢ – الكاربوراندوم	٧ – الفلورايت
٣ – الطوباز	٨ – الكالسايت
٤ – الكوارتز	٩ – الجبس
٥ – الفلسبار	١٠ – الطلق

فكل مادة فى قائمة موهس هذه – أصلب من التى تليها فى الترتيب لذلك فهى تخدشها وتؤثر فيها . .

ويمتاز الماس بعلو معامل كسره لأشعة الضوء المختلفة . . وهو يظهر شفافاً إذا ما تعرض للأشعة السينية بعكس الماس المقلد الذى يظهر معتماً فى الأشعة المذكورة . لذلك كان التفريق بين الماسات الحرة والأخرى المقلدة سهلا ميسوراً باستخدام هذه الأشعة .

وليس للماس نشاط كيميائى يذكر غير أننا إذا أحميناه مع كربونات الصوديوم تأكسد بالتدريج متحولا إلى أول أوكسيد الكربون وإذا ما أحمى مع محلول بيكرومات البوتاسيوم فى حامض الكبريتيك القوى تأكسد إلى ثانى أوكسيد الكربون.. والماس يبدأ فى الاشتعال فى الهواء عند درجة ٩٠٠ مئوى وعند احتراقه يتولد ثانى أوكسيد الكربون ويتخلف بعض الرماد الذى يكون — غالباً — سيليكا . .

الجرافيت — وهذه صورة أخرى من صور الكربون اشتق اسمها من الكلمة اليونانية grapho ومعناها (أنا أكتب)وذلك لأن الجرافيت يستعمل فى صنع أقلام الرصاص — والجرافيت مادة بلورية لها لون رمادي مسود وملمس ناعم دسم . . وهو يوجد طبيعياً فى جهات كثيرة أهمها جزيرة سيلان وروسيا ووسط أوربا . . . واليوم يحضر الجرافيت صناعياً بطريقة أشيسون الكهربائية . . وتتلخص هذه الطريقة فى أن يؤخذ فحم الكوك النقى أو فحم الإنتراسيت ويسخن بشدة فى أفران كهربائية بمعزل عن الهواء . . فيتحول الفحم إلى جرافيت .

والجرافيت جيد التوصيل للحرارة والكهربائية . . لذلك يستخدم فى تغطية سطوح المواد العازلة لتصير جيدة التوصيل للكهرباء . . وهو أنشط من الماس كيميائياً . . وإذا سخن

مع كربونات الصوديوم تحول مثله إلى أوكسيد الكربون الأول . . .

ومن أهم فوائد الجرافيت استخدامه فى أغراض التشحيم وتلطيف احتكاك محاور العجلات والآلات المختلفة . . وهو يستعمل لهذه الأغراض على شكل عجينة مع الماء أو الزيوت المعدنية أو زيت الخروع . . ويستخدم الجرافيت أيضاً فى عمل بوادق تتحمل الحرارة العالية كما يستخدم فى صنع أقلام الرصاص وذلك بخلطه مع الطفل .

الفحم الحجرى — تكون هذا الفحم من انحلال المواد العضوية النباتية انحلالا بطيئاً بمعزل عن الهواء . . وقد جرت هذه العملية فى الأرض — فى الحقب الفحمى — على بعد مئات الأمتار من سطحها . . جرت أولا بفعل بكتيريا التعفن فى النباتات التى دفنت فى الأرض بفعل عوامل الطبيعة الثائرة منذ ملايين السنين وتمت — بعد مضى أجيال عديدة بمساعدة الرواسب المعدنية من طمى وطين ورمال ، وبمساعدة الحرارة الباطنية والضغط الهائل . . ويتركب الفحم من مركبات الكربون والهيدروجين والأوكسجين . . كما يحتوى على مركبات آزوتية وبعض مركبات عنصرى الفوسفور والكبريت . . . وهذا التركيب إن دل على شىء فإنما يدل دلالة قاطعة على أن

النبات هو أصل الفحم الحجرى . .

وهناك أدوار جيولوجية أربعة مر بها الفحم الحجرى إبان تكوينه وهذه الأدوار نلحصها فيما يلى :—

ا — الدور الأول . . وفيه يكون النبات فى بدء تفحمه غير كامل النضج Peat ولا يحتوى فى هذه الحالة إلا على ٦٠ فى المائة من الكربون . . وفى العالم مساحات كبيرة من هذا الفحم الفج ففى الاتحاد السوفيتى ما يزيد على ٧٠,٠٠٠ ميل مربع وفى كندا حوالى ٣٧,٠٠٠ ميل مربع كما توجد مساحات كبيرة منه فى بربطانيا وفى إيرلندة يعتبر هذا النوع من الفحم من أهم مصادر الوقود . . .

ب— الدور الثانى . . وفيه يكون الفحم أكثر نضجاً ويعرف باللجنايت أوالفحم البنى Lignite or brown coal ويحتوى على ٦٧ فى المائة من الكربون و ٢٤ فى المائة من الهيدروجين والأوكسجين و ٩ فى المائة من الرماد . . وتوجد حقول هذا الفحم البنى فى البلاد الألمانية ويقدر ما كان يستخرج منه فى تلك البلاد بحوالى ١٥٠ مليون طن سنوياً .

جـ — الدور الثالث . . وفيه يكون الفحم طبيعياً ويعرف بالفحم الناعم Bituminous coal ويحتوى على ٨٨ فى المائة من الكربون وهو أكثر أنواع الفحم الحجرى شيوعاً . .

د ــ الدور الرابع . . وفيه يكون الكربون قد بلغ درجة كبيرة من الجودة والصلابة ويعرف فى هذه الحالة بالفحم الصلب أو فحم الإنتراسيت Anthracite ويحتوى على ٩٦ فى المائة من الكربون .

والفحم الحجرى عند تسخينه بمعزل عن الهواء أى بتقطيره تقطيراً إتلافياً يعطى مواداً غاية فى الأهمية هى :ــ

١ ــ غاز الاستصباح . . يعطى الفحم الحجرى عند تسخينه غازاً قابلا للاشتعال . . وقد عرفت هذه الحقيقة منذ قرون ولكن أحداً لم يحاول الاستفادة من هذا الغاز إلا فى عام ١٧٩٢ عندما استخدمه رجل ذكى أريب هو وليم موردوخ W. Murdoch فى الإنارة والاستصباح . .

وفكر موردوخ فى الاستفادة من هذا الغاز على نطاق واسع فحمل اكتشافه إلى جيمس وات J. Watt المخترع المشهور وأحد أصحاب مؤسسة بولتون وات الصناعية ببرمنجهام . . غير أن وات قابله بفتور ــ بادئ الأمر ــ ولم يأبه بمقترحاته . . وفيما كان موردوخ يهم بالانصراف سقطت قبعته عفواً أو عمداً ، وأحدثت عند سقوطها على الأرض صوتاً غريباً جعل وات يحملق فى القبعة فاحصاً . . ودهش إذ وجدها مصنوعة من كتلة خشبية . . وعندئذ أدرك وات أنه أمام رجل غير

عادى فاستمع إليه هذه المرة باهتمام وراقته مقترحاته . . وما هى إلا أشهر معدودات حتى كانت مصانع بولتون ووات تنار بغاز الاستصباح

ويتألف غاز الاستصباح من جملة غازات هى :ـــ

(ا) غازات تحترق بلهب مضىء وهى الإيثيلين والإستيلين

(ب) غازات تحترق بلهب شديدة الحرارة قليل الضوء وهى الهيدروجين والميثارن (غاز المستنقعات) وأول أوكسيد الكربون.

٢ ـــ القطران . . وهذا ثانى نواتج تقطير الفحم الحجرى . . سائل كثيف أسود له رائحة خاصة . وهو خليط معقد من حوالى ٢٠٠ مركب عضوى على الأقل . . والقطران يقطر بدوره وينتج من تقطيره مركبات لها أهمية كبيرة هى :ـــ

١ ـــ نفثا	٤ ـــ زيت ثقيل
٢ ـــ زيت خفيف	٥ ـــ زيت أنثراسين
٣ ـــ زيت متوسط	٦ ـــ زفت

وكل مركب من هذه المركبات يستقطر من القطران فى درجة حرارة معينة فالنفثا وهى (أول قطفة) تستقطر عند درجة ١١٠ والزيت الخفيف فى درجة بين ١١٠ و ٢٠٠ والزيت المتوسط فى درجة بين ٢٠٠ و ٢٥٠ والزيت الثقيل فى درجة بين ٢٥٠ و ٢٧٥ أما الأنثراسين فيستقطر فى درجة بين ٢٧٥

و ٣٥٠ مئوي ويتخلف الزفت أخيراً . .

ومن النفثا يستخلص البنزين[١] Benzene والتولوين. . أما الزيوت فتعطى مركبات الزايلول أو انزايلين والفينول أو حامض الكربوليك (الفنيك) والنفتالين والكريزول والأنثراثين . .

٣ ــ السائل النوشادرى . . وهذا السائل أيضاً من مخلفات تقطير الفحم . . وهو عبارة عن نوشادر ذائب فى بخار ماء يتصاعد عند التقطير . . ويستفاد بهذا السائل فى الحصول على كبريتات النوشادر وذلك بتعادله مع حامض الكبريتيك . . ومن هذه الكبريتات تحضر معظم أملاح النوشادر . . .

٤ ــ فحم الكوك . . صورة أخرى من صور الكربون . . يتخلف فى الإناء الذى يقطر فيه الفحم الحجرى . . والكوك يحتوى من ٨٠ إلى ٨٥ فى المائة من الكربون وعلى نسبة ضئيلة من المواد المعدنية والهيدروجين. . ويستعمل هذا الفحم للوقود وهو يحترق بدون دخان تقريباً وتتولد من احتراقه حرارة عظيمة . .

٥ ــ فحم المعوجات . . تتحلل بعض المواد الهيدروكربونية الموجودة بالفحم الحجرى عند تقطيره وينشأ من هذا الانحلال نوع من الفحم يتخلف على جدر المعوجات (الأوانى) التى

---

(١) البنزين Benzene غير البنزاين Benzine الذى يستعمل وقوداً للسيارات وإدارة الموتورات .

تم فيها عملية التقطير . . وفحم المعوجات هذا صلب سنجابي اللون جيد التوصيل للكهربائية لذلك يستخدم فى الأعمدة الكهربائية . . وهو لا يحترق بسهولة وإذا احترق تولدت عنه حرارة كبيرة وتختلف قليل من الرماد . .

هذا ويتخلف من عملية تكليس الفحم الحجرى ـ عدا ما ذكر ـ غازات أخرى تكون ـ عادة ـ مختلطة بغاز الاستصباح ـ وهى مركبات سامة ولذا ينقى الغاز منها قبل استخدامه ـ وهذه الغازات هى :ـ

(ا) الهيدروجين المكبرت . . ويستدل على وجوده فى غاز الاستصباح بالراسب الأسود الذى يتخلف عند إمرار الغاز المذكور خلال محلول من خلات الرصاص

(ب) غاز ثانى أوكسيد الكربون . . وهو ضار عديم الفائدة فى غاز الاستصباح .

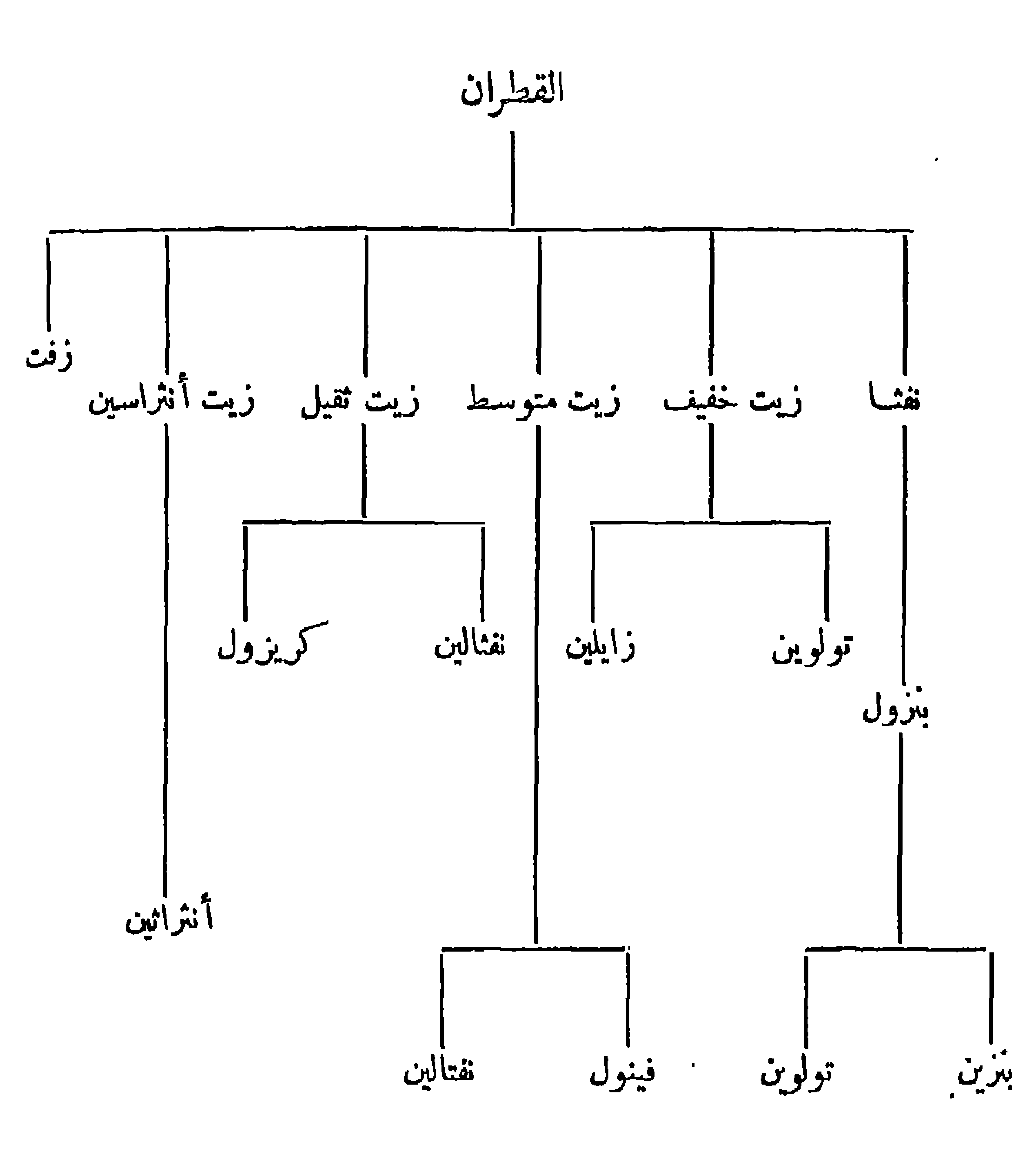
(ج) الأزوت . . وهو خامل عديم الفائدة أيضاً .

(د)السيانوجين . . وهذا غاز سام خطر وينقى منه غاز الاستصباح بإمراره على أوكسيد الحديد .

والفحم الآن تقوم عليه صناعة هامة هى صناعة البترول . . فقد أمكن الحصول على بترول صناعى باختزال الفحم . . وها هى بريطانيا اليوم تصنع ملايين الجالونات من هذا البترول

سنوياً على طريقة برجيوس Bergius process وكل أربعة أطنان من الفحم تعطى طنا واحداً من البترول .

الفحم الحيوانى — من المعلوم أن العظام تتركب من مادة عضوية وأخرى معدنية فإذا سخنت هذه العظام بمعزل عن الهواء (قطرت تقطيراً إتلافياً) تحللت المادة العضوية وتحولت إلى غازات قابلة للالتهاب وماء وتخلف نوع من الفحم المسامى يحتوى على حوالى ١٠ فى المائة من الكربون و٩٠ فى المائة فوسفات الكالسيوم . . وأهم فوائد هذا الفحم استخدامه فى إزالة الألوان النباتية وهو يستعمل فى تكرير السكر وإزالة ألوانه . . .



نواتج تقطير القطران تقطيراً إتلافياً

٤

أكاسيد الكربون

عرف للكربون أكاسيد نذكر منها ما يلى :—

١ — تحت أوكسيد الكربون — غاز سام عديم اللون له رائحة حادة وهو يتحد مع الأوكسجين بفرقعة إذا سخن معه وينتج من اتحادهما غاز ثانى أوكسيد الكربون . .

٢ — أول أوكسيد الكربون — غاز عديم اللون والرائحة . . سام خطر إذا استنشق اتحد من فوره مع هيموجلوبين الدم مسبباً الإغماء فالوفاة . . ولما كان هذا الأوكسيد من الغازات التى يتألف منها غاز الاستصباح ويتولد عند احتراقه — وجب استعمال المواقد التى تعمل بغاز الاستصباح فى مكان يتجدد هواؤه . . وكذا يجب ألا تدار محركات السيارات فى جراجات مغلقة لأن وقود هذه المحركات (البنزاين) يخرج أول أوكسيد الكربون ضمن نواتج احتراقه (العادم) . .

وأول أوكسيد الكربون إذا احترق فى الهواء أو الأوكسجين تحول إلى الأوكسيد الثانى . . والأوكسيد الأول لقوته الاتحادية يعتبر من المواد المختزلة القوية خصوصاً فى درجات الحرارة

العالية . . ولذا يستعمل فى اختزال الأكاسيد المعدنية وتحويلها إلى معادن . وهو يتحد مع الكلور اتحاداً مباشراً مكوناً مركب الفوسجين السام (غاز) . . وهذا الاتحاد لا يتم إلا فى نور الشمس — وهذا هو السبب فى تسمية هذا الغاز بالفوسجين Phosgene ومعناها Light produced أى الذى تولد بالنور . . ويتحد أيضاً اتحاداً مباشراً مع وجود عامل مساعد ساخن — بالأوكسجين مكوناً نوع من الكحول يعرف بالكحول المثيلى أو الميثانول . . كما يتحد بالمعادن — تحت ظروف ملائمة من الضغط والحرارة — مكوناً ما يعرف بالكربونايلات ومن أمثالها كربونايل النيكل وكربونيل الحديد . . .

٣ — ثانى أوكسيد الكربون — غاز عديم اللون والرائحة — طعمه حاد (طعم ماء الصودا) وأول من حضره هو فان هيلمونت فى أواخر القرن السابع عشر وذلك بتأثير الأحماض فى الطباشير ووصفه بأنه غاز لا يساعد على الاحتراق . . وفى عام ١٧٥٧ أثبت بلاك Black أن محلول الصودا الكاوية يمتص هذا الغاز . . ولم يعرف تركيبه إلا عام ١٧٨١ عند ما أثبت لافوازييه أنه مؤلف من الكربون والأوكسجين .

ويوجد هذا الأوكسيد فى غازات البراكين وفى الآبار والكهوف . . . وذائباً فى ماء البحر وفى المياه المعدنية . . كما يوجد فى الهواء

الجوى بنسبة ٠,٠٣ و إلى ٠,٠٤ فى المائة من حجمه .. وينتج هذا الغاز أيضاً من احتراق الكربون أو المواد الكربونية ومن عمليات التنفس فى الحيوان والنبات . ونسبته فى الهواء تظل دائماً ثابتة لأن النبات الأخضر يمتصه من الهواء — فى ضوء النهار — فيأخذ الكربون ويدخله فى غذائه ويخرج الأوكسجين للجو . هذا ويوجد ثانى أوكسيد الكربون فى الطبيعة متحداً مع بعض الفلزات على هيئة أملاح تعرف بالكربونات . . ومن أمثالها كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى والرخام والطباشير) . .

وهذا الغاز يمكن إسالته وتجميده بسهولة . . وهو يذوب فى الماء بمقادير معقولة فالسنتيمتر المكعب من الماء يذيب ١,٨ منه وتزداد هذه الكمية بازدياد الضغط . فالمياه الغازية الصناعية تحتوى على مقادير كبيرة منه مذابة تحت ضغط عظيم . .

ويستعمل الحامض المتجمد مرطباً بدلا من الثلج . . كما يستعمل الغاز نفسه فى صناعة المياه الغازية (الغازوزة) وفى بعض أغراض إطفاء الحريق . .

٥

مركبات الكربون العضوية

قلنا إن مركبات الكربون المعروفة للآن تزيد عن النصف مليون مركب . . وتتألف هذه المركبات — نباتية كانت أو حيوانية — من عدد قليل من العناصر هى الكربون والهيدروجين والأوكسجين والأزوت . . وبعض هذه المركبات يحتوى على عناصر أخرى كالكبريت والفوسفور والهالوجينات (مولدات الملح) وبعض الفلزات . .

وتنقسم المركبات العضوية تبعاً للعناصر الداخلة فى تركيبها إلى : —

أولا : مركبات تتكون من الكربون والهيدروجين فقط ومن أمثلة هذه المركبات غاز الميثان وغاز الأسيتيلين والبنزين وتعرف هذه بالهيدروكربونات hydrocarbons .

ثانياً مركبات تتكون من كربون وهيدروجين وأوكسجين ومن أمثلتها :

١ — الكحولات alcohols مثل الكحول الإثيلى والكحول المثيلى وكحول البروبايل وكحول الهكسايل .

٢ ـ الألدهايدات aldehydes مثل الفورمالديهايد (الفورمالين) والأسيتالديهايد .

٣ ـ الكيتونات ketones مثل الآسيتون والبروبانون .

٤ ـ الأيثرات ethers مثل الأثير العادى .

٥ ـ الكربوهيدرات Carbohydrates وهى مركبات غاية فى الأهمية ومنها ما يعتبر من المواد الغذائية اللازمة مثل السكر بأنواعه والنشا والسليلوز .

٦ ـ الاسترات esters ومنها سلفات المثيل وأكسلات الإثيل وخلات الأميل وهى مركبات تستعمل كثيراً فى الصناعة. والمركب الأخير له رائحة الكمثرى ولذا يستخدم فى صناعة المستحضرات الغذائية .

ثالثاً : مركبات مكونة من كربون وهيدروجين وأزوت ومن مثيلاتها :ـ

١ ـ الأمينات amines وهى مركبات كربونية مشتقة من النوشادر لذلك فهى تشبهه فى خواصه القاعدية ومن أمثلة هذه الأمينات الإيثايل والميتايل أمين . . ثم الفينايل أمين أو الأنيلين وهو مركب هام يستعمل فى كثير من الأغراض الصناعية سيما فى الصباغة . . كما تستعمل بعض مركباته مثل الانتيبيرين antipyrin فى علاج بعض الأمراض .

٢ ــ بعض الألقالويدات alkaloids مثل النيكوتين الذى يستعمل أيضاً فى الأغراض الطبية لما له من فوائد علاجية كثيرة .

رابعاً : مركبات مكونة من كربون وهيدروجين وأوكسجين وأزوت ومن أمثلتها :ــ

١ ــ الأميدات amides مثل الأسيتاميد والفورماميد واليوريا (البولينا) .

٢ ــ بعض الألقالويدات مثل الأتروبين والكينين وهما مركبان غنيان عن البيان وفوائدهما الطبية لا تحصى .

خامساً : مركبات مكونة من كربون وهيدروجين وأوكسجين وأزوت وكبريت وفوسفور . . وهذه المركبات كثيرة الانتشار فى كل من مملكتى النبات والحيوان ومن أمثلتها زلال البيض والبروتينات .

سادساً : مركبات كربونية تحتوى على هالوجينات مثل مركبات الكلوروفورم والأيودوفورم ورابع كلورور الكربون وكلها مواد معروفة بقيمتها العلاجية .

سابعاً : مركبات كربونية تحتوى على فلزات ومن أهم أمثلتها طرطرات البوتاسيوم الأنتيمونى وهو مركب كثير الاستعمال فى علاج البلهارسيا كما يستخدم فى صناعة الصباغة .

هذا ومن الممكن الآن تحضير مركبات كربونية يدخل تركيبها أى عنصر من العناصر الأخرى .

الباب الرابع
أحجار بناء الكون

١
هذه الذرة

عرف روبرت بويل العناصر بأنها مواد بسيطة لا يمكن أن يستخلص منها مواد أبسط وجاء دالتون J. Dalton فقسم المواد الموجودة فى الكون إلى عناصر ومركبات وقال إنها جميعاً تتألف من ذرات العناصر على هيئة جزيئات . فعنصر الأوكسجين مثلا مؤلف من جزيئات الأوكسجين . . وكل جزىء من هذه الجزيئات يتألف من ذرتين متشابهتين من ذرات هذا العنصر. . والماء وهو مركب من الهيدروجين والأوكسجين مؤلف من جزيئات الماء . . وكل جزىء منه إنما يتألف من ذرتين من عنصر الهيدروجين وذرة واحدة من عنصر الأوكسجين . . وبذلك بين دالتون أن ذرات العناصر المختلفة هى أحجار بناء هذا الكون . . . .

عرف الإنسان — إذن — العناصر ، وعرف أنها تتألف

من جزيئات متراصة . . وعرف أيضاً أن الجزيء يتألف من ذرات فهل انتهى الإنسان عند هذا ؟ . كلا إنه لم ينته . . فالعلم لا يعرف حدوداً . . وكلما ازداد الإنسان علماً تفتحت أمامه آفاق جديدة . . والعقل البشرى يميل بطبعه إلى استجلاء أسرار الطبيعة والتعرف على خفايا الكون . . . وكثرت مباحث العلماء عن ماهية الذرة ومم تتركب مستعينين بالصبر مزودين بالدقيق من الآلات حتى إذا ما غربت شمس القرن التاسع عشر وبزغت طلائع القرن العشرين كانوا قد تمكنوا من هتك أستارها ومعرفة الكثير من أسرارها . .

فتحت الذرة مغاليقها للإنسان فماذا رأى فيها ؟

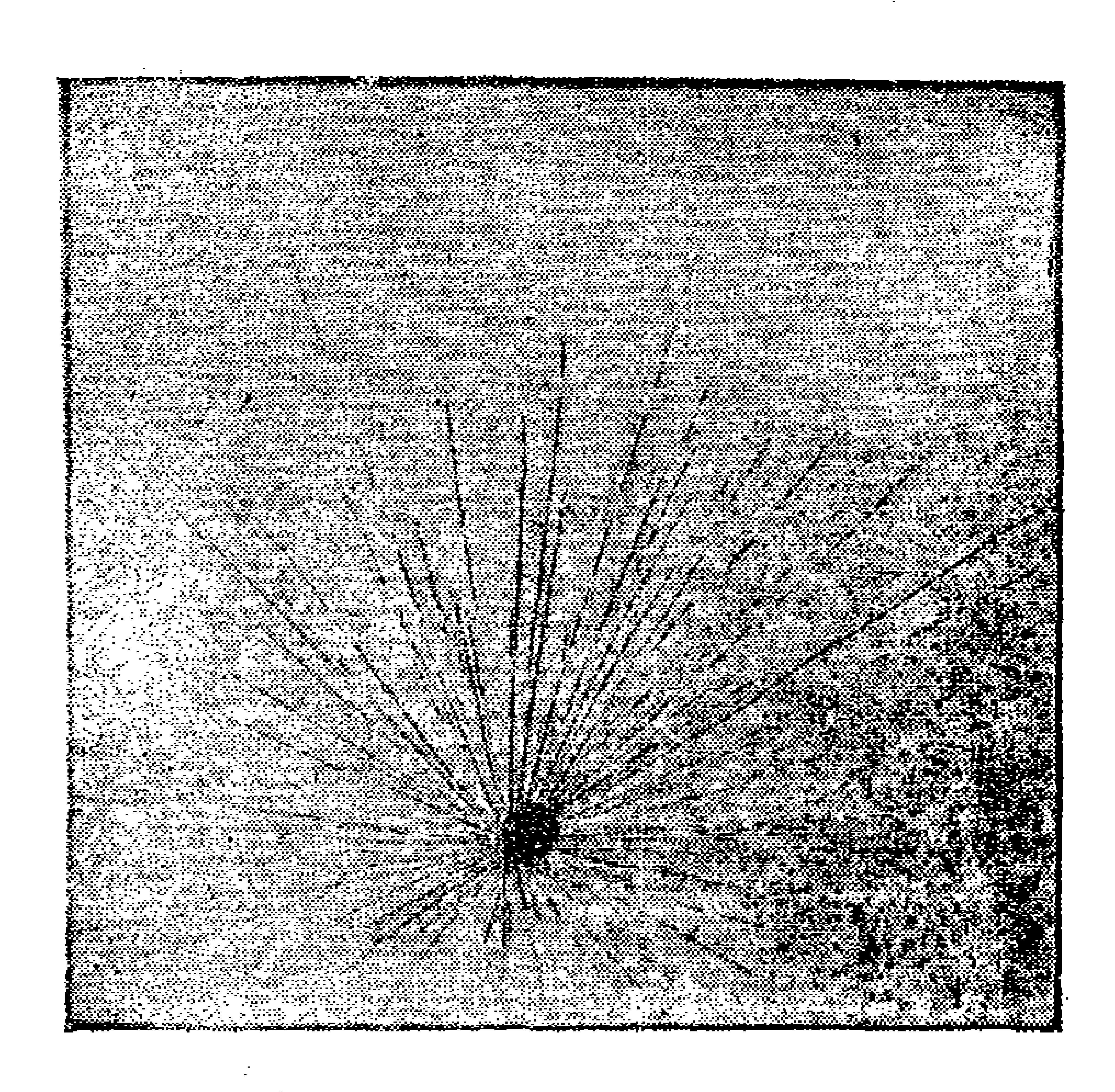
رأى ويالهول ما رأى ! ! قوة عاتية جبارة لو أنها انطلقت من عقالها لكانت أقوى فتكاً من أشد أنواع المتفجرات بألوف المرات . . وما ذكر القنبلتين الذريتين اللتين ألقيتا — فى الحرب الأخيرة — على هيروشيما وناجازاكى ببعيد عن الأذهان . .

غزا الإنسان قلب الذرة فتم له نصر بعد نصر . . عرف أن لها كياناً مستقلا فصورها تصويراً فوتوغرافياً[1] . . وعرف الكثير

---

(١) كان أول من تمكن من تصوير الذرة بالفوتوغرافيا هو تشارلس ولسون عام ١٨٩٩ .

من دخائلها ومحتوياتها وأثبت أنها تتجزأ وتتحطم . . فمن العناصر ما تتحطم ذراته من تلقاء نفسها كالعناصر ذات الإشعاع الطبيعي ومنها ما يمكن تحطيم ذراته بأساليب معينة . . وبذلك تقوض الاعتقاد القديم القائل إن الذرة جوهر فرد . . وجزء لا يتجزأ . .



صورة فوتوغرافية لذرة يورانيوم تتحطم

فى عام ١٩١١ أثبت الباحث الإنجليزى رذرفورد Rutherford أن الذرة تحتوى على جسيمات مكهربة هى عبارة عن بروتون proton يسبح حوله — وفى مدارات معينة — كهارب أدق منه تعرف بالألكترونات electrons . . ويحمل البروتون معظم وزن الذرة لأن وزن الكهارب من الصغر بحيث يمكن تجاهله . . فوزن الكهرب الواحد بالنسبة إلى وزن البروتون يساوى $\frac{١}{١٨٠٠}$ تقريباً .

ويختلف عدد الكهارب المحيطة بالبروتون باختلاف العناصر . . فذرة عنصر الهيدروجين مثلا لها كهرب واحد يسبح حول البروتون فى مدار واحد . . وذرة عنصر الهيليوم لها كهربان يسبحان فى مدار واحد أيضاً . . بينما ذرة الأزوت لها سبعة كهارب يسبح اثنان منها فى مدار والخمسة الباقية تسبح فى مدار آخر أوسع من المدار الأول . .

ويحمل بروتون الذرة شحنات كهربائية موجبة بينما تحمل كهاربها شحنات سالبة . . والشحنتان فى الذرة على اختلافهما متساويتان وتعادل كل منهما الأخرى .

ولم تقف مباحث علماء الذرة عند الحد الذى وصل إليه رذرفورد بل راحوا ينقبون فى ثناياها بعزم لا يكل علهم يوفقون فى العثور على جسيمات أخرى غير البروتون والكهارب . . فأجروا تجاربهم على نوى (بروتونات) بعض العناصر مثل

الليثيوم والبريليوم والبورون مستعينين بالأجهزة الدقيقة فأدت مباحثهم إلى اكتشاف جسيمات أخرى أهمها جسيم لا يحمل شحنة كهربائية إطلاقا لذلك سمى بالنيوترون neutron أى المتعادل . . ويرجع الفضل فى هذا الاكتشاف إلى مباحث بوث وبيكر Bothe & Becker فى ألمانيا ومباحث جوليو وزوجته إيرين كورى فى فرنسا وإلى مباحث تشادويك Chadwiek ولهذا الأخير الفضل فى تسمية هذا الجسيم بالمتعادل . . وكان ذلك فى المدة بين ١٩٣٠ و ١٩٣٢ . .

والآن . . وبعد أن تمكن الإنسان من فلق نواة الذرة . . وبعد أن صنع قنابل ذرية دمرت مدناً بأسرها . . هل تم له غزو الذرة . . ؟

يقول فلاسفة هذا العصر كلا . . فإن ما عرف منها حتى الآن جزء من كل . . وإنها لا تزال لغزاً . .

والحديث عن الذرة عامة ونواتها خاصة حديث طويل خطير والإسهاب فيه ليس مجاله هذا الكتاب[1].

---

(١) لطالب المزيد من المعلومات عن الذرة أن يرجع إلى « النار الخالدة » — اقرأ ٥٢ .

٢

ترتيب العناصر

إن أول من حاول تقسيم العناصر وترتيبها حسب صنوفها هو لافوازييه الذى وضع الجدول التالى للعناصر التى كانت معروفة فى زمانه :

القسم الأول	القسم الثانى	القسم الثالث			القسم الرابع
الضوء	الكبريت	الأنتيمون	الحديد	البلاتين	الجير
الحرارة	الفوسفور	الزرنيخ	الرصاص	الفضة	المجنيزيا
الأوكسجين	الكربون	البزموت	المنجنيز	القصدير	البرايتا
الأزوت	الموريوم (الكلور)	الكوبالت	الزئبق	التنجستن	الألومينا
الهيدروجين	الفلور	النحاس	الموليبدينوم	الزنك	السليكا
—	البورون	الذهب	النيكل	—	—

وعنصرا الفلور والبورون — المذكوران ضمن عناصر القسم الثانى — قد افترض لافوازييه وجودهما فقط . . وقد استخلصا وأضيفا إلى جدوله بعد وفاته . . أما عنصر الموريوم ذلك الغاز الأصفر المائل إلى الخضرة الذى حضره شيل وعرف بعد ذلك باسم الكلور فلم يكن لافوازييه متأكداً من أنه عنصر بسيط حتى أثبت دافى ذلك عام ١٨١٠ .

والضوء والحرارة أدخلهما لافوازييه فى جدوله لما لهما من آثار لا يمكن تجاهلها ولأنه كان يعتبرهما من الماديات . . كذلك جمع فى قسم واحد الجير والمغنسيا والبرايتا والألومينا والسليكا وكلها مواد عرفها بأنها أكاسيد معدنية وإن لم يكن أحد قد توصل إلى تحليل إحداها فى ذلك الحين .

ونظرة واحدة فى جدول لافوازييه هذا تدلنا على أن القاعدة التى أقام عليها تقسيمه للعناصر هى التفريق بين المعدنى منها وغير المعدنى . . فالقسمان الأول والثانى يضمان فقط العناصر غير المعدنية، بينما يضم القسمان الثالث والرابع المعادن وأكاسيدها فقط. ولقد أخطأ لافوازييه إذ اعتبر السليكا أكسيداً معدنياً . .

ويدل هذا التقسيم على حذق لافوازييه وبعد نظره . . فالفرق بين العناصر المعدنية والأخرى غير المعدنية ما كان ليهمل . . فلكل نوع مميزاته وخواصه الكيميائية والطبيعية التى يمتاز بها . . على أننا نجد بعض العناصر تشذ عن هذه القاعدة . . لها من الصفات والخصائص ما يجعلها وسطاً بين المعادن وغير المعادن . . ولقد أحسن كوك Cooke الكيميائى الأمريكى فى تفسير هذه الظاهرة حيث قال :

« يخيل لنا أن الطبيعة تكره أن تفرق بين الأشياء بفروق فاصلة قاطعة » .

فالزرنيخ والأنتيمون والسلينيوم والتوابريوم كلها عناصر لها بعض صفات الفلزات وفى ذات الوقت لها بعض خصائص اللافلزات . . والصوديوم ذلك العنصر الذى عدوه من المعادن يختلف كثيراً عن المعدن « المثالى » فكثافته صغيرة ودرجتا انصهاره وغليانه واطئتان . وهذه صفات لا تتصف بها المعادن . . كما أن الجرافيت إحدى صور عنصر الكربون غير المعدنى يكاد يكون من أحسن المواد الموصلة للكهربائية وهذه صفة من صفات المعادن .

* * *

وفى أوائل القرن التاسع عشر اكتشفت عناصر جديدة وقدرت الأرقام الذرية لكثير من العناصر . . وفى عام ١٨٢٩ لاحظ دوبرينيه Docbéreiner أن بعض العناصر التى تتساوى فى الخواص الكيميائية لها أوزان ذرية تكاد تكون متساوية : فالكوبالت وزنه الذرى ٥٨,٩ والنيكل شبيهه فى الخواص الكيميائية وزنه ٥٨,٧ . والوزن الذرى للأوزميوم ١٩٢ وشبيهاه الإيريديوم والبلاتين وزنهما الذرى ١٩٣ و ١٩٥ على الترتيب . . كما لاحظ أيضاً أن الأوزان الذرية لبعض هذه العناصر المتشابهة تزداد بنسبة عددية ثابتة — فمثلا عنصر الليثيوم وزنه الذري ٧ وشبيهه الصوديوم وزنه ٢٣ — بزيادة ١٦ — وشبيههما البوتاسيوم وزنه ٣٩ — أى بزيادة ١٦ أيضاً .

وفى عام ١٨٥٠ بين بيتنكوفر Petienkofer أن الفرق بين وزنين ذريين لعنصرين متشابهين فى الخواص الكيميائية هو مضاعف عدد ثابت؛ فمثلاً الفرق بين الوزن الذرى لليثيوم (وهو ٧) وبين ذلك الذى للصوديوم (وهو ٢٣) يساوى ١٦ أى ٢ × ٨ وكذلك الفرق بين وزنى الصوديوم (٢٣) والبوتاسيوم (٣٩) يساوى ١٦ أى ٢ × ٨ أيضاً . .

وبعد ذلك بزمن قصير اكتشف كوك أن هناك صلة أخرى عجيبة بين الأرقام والأوزان الذرية للعناصر المتشابهة . . والجدول التالى يبين كيف تلعب الأرقام أدواراً عجيبة فى الطبيعة

	العنصر	الوزن الذرى	الصلة العددية
مجموعة الأزوت	الأزوت	١٤	
	الفوسفور	٣١	= ١٤ + ١٧
	الزرنيخ	٧٥	= ١٤ + ١٧ + ٤٤
	الأنتيمون	١٢٢	= ١٤ + ١٧ + (٤٤ × ٢) تقريباً
	البزموث	١٢٠	= ١٤ + ١٧ + (٤٤ × ٤) تقريباً
المجموعة الهالوجينية أو مولدات الملح	الفلور	١٩	
	الكلور	٣٥,٥	= ١٩ + ١٦,٥
	البروم	٨٠	= ١٩ + (٢ × ١٦,٥) + ٢٨
	اليود	١٢٧	= (٢ × ١٩) + (٢×١٦,٥) + (٢ ×٢٨) .

وتساءل الكيميائيون : ترى ماذا وراء هذه الظاهرة العجيبة ؟ . وقال شانكورتوا Chancourtois العالم الفرنسي : «إن خواص العناصر هي خواص الأرقام » وأخيراً — وفي عام ١٨٦٤ رتب نيولاند الإنجليزي J. A. Newland العناصر التي كانت معروفة وقتذاك ترتيباً تصاعدياً بالنسبة إلى أوزانها الذرية . . فوجد أن الخواص الكيميائية لها تتكرر — في ترتيبه — تكراراً دورياً كل ثمانية عناصر . فالعنصر الثاني يشبه العنصر العاشر والثامن عشر . . وكذا العنصر الثالث يشبه العنصر الحادي عشر والتاسع عشر وهكذا . . تماماً كما يحدث في السلم الموسيقي الذي تتكرر خواصه كلما انتقلنا من قرار إلى جواب ثم من جواب إلى جواب الجواب وهكذا . .

وفي عام ١٨٦٩ وضع لوثر ماير الألماني L. Neyer ودمتري مندليف الروسي D. I. Mendelejeeff ترتيباً للعناصر شبيهاً بذلك الذي وضعه نيولاند غير أن ماير جعل ترتيبه مبنيا على الخصائص الطبيعية للعناصر بينما جعله مندليف مبنيا على الخصائص الكيميائية والأوزان الذرية . .

ولما رتب مندليف العناصر في جدوله ترتيباً تصاعدياً بالنسبة لأوزانها الذرية — وضع عنصر الهيدروجين وهو أخفها أولا — ثم وضع بعده الهيليوم فالليثيوم فالبريليوم فالكربون فالأزوت

فالأوكسجين . . وقد جعل ترتيبه هذا فى صفوف أفقية وأخرى رأسية . . وجعل لكل صف أفقى ثمانية أقسام فكان إذا انتهى من الصف الأفقى رجع إلى أول قسم من الصف الذى يليه . . وبذلك انقسمت العناصر إلى جماعات أو أسر . . تقع كل جماعة أو أسرة فى صف رأسى واحد . . وأفراد كل جماعة تتشابه فيما بينها فى الصفات الكيميائية . . ومعنى هذا أن الصفات تتكرر تكراراً ذورياً كل ثمانية عناصر . . ومن أمثلة ذلك أن العناصر المتشابهة الايثيوم والصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم وقعت فى صف رأسى واحد أى كونت جماعة أو أسرة . . كما كونت مولدات الملح (عناصر الفلور والكلور والبروم واليود) مجموعة لها أهميتها وشهرتها . . .

ويعتبر جدول ميندليف هذا من الأعمال المجيدة التى ساعدت على تقدم البحث والتى أدت إلى كشف عناصر جديدة كانت أماكنها خالية فى الجدول . .

وقد وضع هذا العالم الروسى أمام كل عنصر فى جدوله الرقم الذى يدل على وزنه الذرى جاعلا عنصر الهيدروجين — لأنه أخف العناصر المعروفة — وحدة لهذا الوزن ومثقالا . غير أن هذه الوحدة تغيرت فيما بعد حيث استخدم مثقال آخر يساوى $\frac{1}{16}$ من وزن ذرة الأوكسجين . . وهو يقل عن

المثقال السابق بنحو ثمانية أجزاء فى الألف جزء . . والأوزان الذرية إذا قيست بموجبه كانت أقرب إلى الأعداد الصحيحة .

وفى عام ١٨٨٩ نشرت مجلة الجمعية الكيميائية الحقائق التى استنتجها ميندليف من جدوله وكان قد لخصها فيما يلى :

أولا : العناصر إذا رتبت بحسب أوزانها الذرية تشابهت خواصها تشابهاً دورياً .

ثانياً : العناصر المتشابهة فى الخواص الكيميائية أوزانها الذرية متساوية تقريباً مثل البلاتين والإيريديوم والأوزميوم . . أو تزيد زيادة ثابتة مثل الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم .

ثالثاً : العناصر الكثيرة الانتشار فى الطبيعة لها أوزان ذرية صغيرة؛ فمثلا الأوكسجين ووزنه ١٦ والسيليكون ووزنه ٢٨ والألومينيوم ووزنه ٢٧ كلها عناصر كثيرة الانتشار فى الطبيعة فهى تشغل حوالى ٨٢ فى المائة من القشرة الأرضية .

رابعاً : للأوزان الذرية أهمية كبرى فى تقدير صفات العناصر . . كما أن للجزىء أهمية فى تقدير صفات المركبات .

خامساً : يجب أن نتوقع اكتشاف عناصر جديدة فى الأماكن الخالية بالجدول(١) .

---

(١) اكتشف نيلسن Nelson عام ١٨٧٩ عنصر السكانديوم فى المكان الخالى الذى تركه ميندليف فى جدوله بين عنصر الكالسيوم وعنصر التيتانيوم . واكتشف دى بويسبودران De Boisbaudran عام ١٨٧٥ ووينكلر Winkler عام ١٨٨٦ عنصرى الجاليوم والجرمانيوم فى الفراغين اللذين بين الزنك والزرنيخ

سادساً : يمكننا بما نعرفه من الأوزان الذرية الصحيحة أن نعدل ما يكون قد قدر من أوزان لبعض العناصر تقديراً غير صحيح . . كما يمكننا تحديد أوزان ما قد يكشف منها . . فمثلا الوزن الذرى لعنصر التليريوم يجب أن يقع بين ١٢٣ و١٢٦ أى بين وزنى عنصرى الأنتيمون واليود فهو يقع بينهما فى الترتيب .

سابعاً : هنالك صفات معينة للعناصر يمكن معرفتها بالأوزان الذرية .

* * *

ومن طريف ما يروى أنه بينما كان ميندليف يلقى بحوثه — فى ترتيب العناصر — أمام المجمع العلمى الروسى قاطعه أحدهم وتساءل فى سخرية لاذعة :

« وماذا لو رتبنا العناصر ترتيباً أبجديًّا بالنسبة لأسمائها ثم بحثنا عن التشابه فى خواصها على هذا الأساس » .

غير أن ميندليف أفحمه .. فإن ترتيبه وإن كان عدديا بحتاً إلا أنه ترتيب سليم مقنع ففى جدوله نجد التشابه بين العنصر الثانى والعنصر العاشر (أى الهيليوم والنيون) وكذا التشابه بين

العنصر الثالث والعنصر الحادى عشر (أى بين الليثيوم والصوديوم) تشابها عجيباً وحقيقة واقعة لا تنكر .

ومن الحقائق التى لا تنكر أيضاً أن ترتيب ميندليف هذا قد أسهم كثيراً فى تقدم البحوث وساعد على اكتشاف كثير من عناصر كانت تخفيها الطبيعة بين أسرارها العديدة .

* * *

والحديث عن الأوزان الذرية والدور العجيب الذى تلعبه الأرقام فى جدول ميندليف يقودنا إلى الحديث عن أبحاث شاب إنجليزى يدعى هنرى موزيللى H.G.J. Moseley وجد عام ١٩١٣ — عند امتحانه العناصر المختلفة بالأشعة السينية — أن عدد الكهارب المحيطة بالبروتون (نواة العنصر) مساوياً تماماً للرقم العددى فى جدول العناصر . . أى أننا إذا رتبنا العناصر وفق أوزانها الذرية من الأخف إلى الأثقل ثم رقمناها ترقيما عددياًّ مسلسلا . . كان الرقم المقابل لكل عنصر يساوى عدد كهارب هذا العنصر . . ويعرف رقم العنصر بالرقم الذرى . . وفيما يلى العناصر الأولى فى الجدول وأمام كل منها الرقم الذى يدل على ترتيبه ، وهو فى الوقت ذاته يدل على عدد الكهارب المحيطة بنواته :

اسم العنصر	عدد الكهارب	الرقم الذرى
الهيدروجين	١	١
الهيليوم	٢	٢
الليثيوم	٣	٣
البريليوم	٤	٤
البورون	٥	٥
الكربون	٦	٦
الأزوت	٧	٧
الأوكسجين	٨	٨
الفلور	٩	٩
وهكذا . . .		

والأرقام الذرية تحدد الخواص الكيميائية والإشعاعية للعناصر تحديداً يكاد يكون كاملا .

٣

أصناف العناصر

وقد ثبت أيضاً – بفضل أبحاث العالمين الإنجليزيين صدى وأستون Soddy & Aston أن ذرات العنصر الواحد التى كان يعتقد أنها متشابهة فى جميع الوجوه . . بينها اختلاف فى الوزن دون أن يكون لذلك تأثير فى خواصها الكيميائية أو الإشعاعية . . وأن لكل عنصر من العناصر المختلفة ذرات مختلفة فى الوزن متفقة فى الرقم الذرى . . فعنصر الهيدروجين مثلا تجده خليطاً من ثلاثة أصناف isotopes الوزن الذرى للأول ١ والثانى ٢ والثالث ٣ بينما الرقم الذري لكل صنف من هذه الأصناف هو ١ – وعنصر الأوكسجين له ذرة وزنها ١٦ وأخرى ١٧ وثالثة وزنها ١٨ . . والرقم الذرى لكل واحدة من هذه الذرات المختلفة هو ٨ – وكذا النحاس خليط من صنفين الوزن الذرى للأول ٦٣ وللثانى ٦٥ . . . وقد تصل أصناف العنصر الواحد إلى عشرة كما هو الحال فى عنصر القصدير . .

وتختلف النسب لأصناف العنصر الواحد فبعضها يوجد

بنسبة كبيرة بينما يوجد البعض الآخر بنسبة قليلة . . فاليورانيوم مثلا يوجد خليطاً من أصناف ثلاثة . . صنف وزنه الذرى ٢٣٤ ونسبته ٦ . . . , . فى المائة وصنف آخر وزنه ٢٣٥ ونسبته ٠,٧١ فى المائة . . وصنف ثالث وزنه الذرى ٢٣٨ ونسبته ٩٩,٢٨٤ فى المائة . . والصنف يو ٢٣٥ هو الذى يستخدم فى عمليات توليد الطاقة الذرية الجبارة . .وهو يوجد بنسبة ضئيلة — كما أشرنا — لذلك كان فصله من اليورانيوم العادى يتطلب الكثير من الجهد .

ويحدد الوزن الذرى للعناصر — فى هذه الحالة — بتقدير متوسط أوزان الأصناف المختلفة للعنصر . . فنجد لذلك الوزن الذرى للهيدروجين يساوى ١,٠٠٧٨ والنحاس يساوى ٦٣,٥٧ وهكذا

* * *

وهناك أصناف أخرى من العناصر تتساوى فى الأوزان ولكن تختلف فى الخواص الكيميائية isobares ومن أمثلة ذلك عنصرا الأرجون والبوتاسيوم فإن لكل منهما صنف وزنه الذرى يساوى ٤٠ والخواص الكيميائية لهما تختلف تمام الاختلاف. فبينما نجد الأرجون عنصراً غازياً خاملا لا يألف بغيره من العناصر — نجد البوتاسيوم عنصراً معدنياً كثير الألفة . . له من العناصر مركبات كثيرة جزيلة النفع .

٤

الخالق المبدع

ونعود مرة أخرى إلى الذرة .

هذه الهباءة التى أتى عليها حين من الدهر لم تكن شيئاً مذكوراً . . فما كان الإنسان يعيرها التفاتاً أو يقيم لها وزناً لضآلتها أصبحت اليوم حديث العامة والخاصة حتى لقد أطلقوا على هذا العصر اسم « عصر الذرة » فالناس فى حديثهم عن الحرب يذكرون الذرة وما تفعله طاقتها الكامنة و « نارها الخالدة » من خراب وتدمير . . وفى حديثهم عن السلم يحلمون بما سوف تجلبه هذه الطاقة من بركة وخير للإنسانية . . ومن المؤسف حقاً أن الحكومات اليوم تشجع العلماء والمخترعين على استحداث أعنف وسائل التدمير وأعتاها .. وترصد لذلك الكثير من الجهد والمال ويتسابق الجميع فى ذلك تسابقاً مخيفاً . .

هذه الذرة . . هذه الهباءة . . كيف صورها فاطر السموات والأرض . . وكيف بناها المهندس الأعظم رب العالمين وخالق كل شىء ؟

جسيم صغير أطلقوا عليه اسم النواة يسبح حوله جسيمات أصغر

منه وأدق يكاد وزنها لا يذكر سموها بالكهارب . . فالذرة — كما بناها الخالق — تشبه الشمس وما يدور فى فلكها من توابع . . والكهارب تتوزع حول النواة فى ترتيب بديع يتشابه فى ذرات العنصر الواحد ويختلف باختلافها . . فذرة الهيدروجين — أخف العناصر المعروفة للآن — لها نواة يسبح حولها كهرب واحد فى مدار واحد وذرة اليورانيوم لها ٩٢ كهرباً مرتبة فى مدارات أو طبقات مختلفة كل مدار أوسع من الآخر . . المدار الأول — وهو الذى يحيط بالنواة مباشرة — له كهربان . . والمدار الثانى — الذى يليه — له ٨ كهارب والثالث له ١٨ كهرباً والرابع ٣٢ والخامس ١٨ والسادس ١٢ والسابع كهربان وقد اصطلح العلماء على تعريف كل طبقة من هذه المدارات بحرف من حروف الهجاء فاستخدموا الحرف K للأول والحرف L للثانى و M للثالث وهكذا ولا بأس من استخدام الحروف العربية ك. ل. م. ن. إلخ لهذا الغرض فنعرف المدار الأول بالمدار الكافى والثانى بالمدار اللامى . . . وهكذا .

والتوزيع العددى للكهارب فى مدارات ذرات العناصر المختلفة توزيع يحير الألباب تتجلى فيه روعة الخالق المبدع . .

وفيما يلى قائمة لبعض العناصر مرتبة حسب أرقامها الذرية وموضح بها توزيع الكهارب . . والرقم الذرى — كما سبق الإشارة — هو نفس الرقم الدال على عدد كهارب العنصر.

العنصر	الرقم الذرى	توزيع الكهارب						
		ك	ل	م	ن	هـ	و	لا
الهيدروجين	١	١						
الهيليوم	٢	٢						
الليثيوم	٣	٢	١					
البريليوم	٤	٢	٢					
الصوديوم	١١	٢	٨	١				
المنجنيز	١٢	٢	٨	٢				
الألومينيوم	١٣	٢	٨	٣				
البوتاسيوم	١٩	٢	٨	٨	١			
الكالسيوم	٢٠	٢	٨	٨	٢			
السكانديوم	٢١	٢	٨	٩	٢			
الربيديوم	٣٧	٢	٨	١٨	٨	١		
الاسترونتيوم	٣٨	٢	٨	١٨	٨	٢		
الياتيرويوم	٣٩	٢	٨	١٨	٩	٢		
الباريوم	٥٦	٢	٨	١٨	١٨	٨	٢	
اللنثانيوم	٥٧	٢	٨	١٨	١٨	٩	٢	
السيريوم	٥٨	٢	٨	١٨	١٩	٩	٢	
الراديوم	٨٨	٢	٨	١٨	٣٢	١٨	٨	٢
الثوريوم	٩٠	٢	٨	١٨	٣٢	١٨	١٠	٢
اليورانيوم	٩٢	٢	٨	١٨	٣٢	١٨	١٢	٢

وجل مادة الذرة تتركز فى النواة التى تحمل شحنة من الكهرباء الموجبة تعادل كل الشحنات السالبة التى تحملها جميع الكهارب المحيطة بها. والكهرب الواحد يحمل كمية من الكهرباء السالبة تتساوى فى جميع كهارب العناصر المختلفة . . وقد قاس العالم الأمريكى ميليكان R. A. Millikan كمية الشحنة التى يحملها الكهرب الواحد قياساً دقيقاً . . ووجد أنها تساوى ٤,٤٧٤ جزءاً من عشرة آلاف مليون جزء من وحدات الكهرباء الاستاتيكية . .

هذه هى الذرة . . الهباءة التى يتراوح قطرها بين جزء من مائة مليون جزء وجزء من عشرة ملايين جزء من السنتيمتر . . والتى أبت — آخر الأمر — أن يحقرها الإنسان ففتحت له قلبها . . وكشفت له عن آية من آيات الإله السرمدى عله يتذكر أو يخشى . . كشفت له عن « نارها الخالدة » . . قوة كامنة وطاقة جبارة مختزنة فاستغلها — وياللجحود — شر استغلال . . فى القتل والحرق . . وفى محو المدن ودك العروش . .

فسبحانك اللهم . . لك الملك . . تعز من تشاء وتذل من تشاء . . وأنت على كل شىء قدير . . .

٥

واخيراً . . . هل يتحقق الحلم

والحلم . . حلم قديم طالما داعب خيال الكيميائيين . . حلم تحويل العناصر بعضها إلى بعض . . هل تراه تحقق أخيراً . . . ؟

إن الأبحاث التى قام بها العالم رذرفورد على غاز الأزوت قد أدت إلى إمكان تحويل نواة ذرة هذا العنصر إلى عنصر آخر هو الأوكسجين . . وكان ذلك بتأثير جسيمات ألفا على الأزوت إذ دخلت فى نواته فحولتها من نواة أزوت إلى نواة أوكسجين . . كما أن الأبحاث التى قام بها العالم إنريكو فيرمى E. Fermi قد أدت إلى اكتشاف عنصر جديد يلى عنصر اليورانيوم . . وسمى لذلك بالعنصر رقم ٩٣ . . وهذا العنصر صنع صنعاً بتأثير النيوترونات (الجسيمات المتعادلة) على عنصر اليورانيوم . . وتفسير ذلك أن النيوترونات المذكورة عندما أطلقها فيرمى على نواة اليورانيوم عبثت بها وأخلت

توازنها فانبعث منها كهرب جديد فزاد بذلك عدد كهارب ذرة اليورانيوم وصارت ٩٣ بدلا من ٩٢ .

وأثارت مباحث فيرمى ضجة كبيرة فى الدوائر العلمية فتحويل عنصر إلى عنصر أو صناعة عنصر فى المعمل أمر خطير . . فهب العلماء يتحققون من صحة وجود هذا العنصر الجديد فأجريت التجارب العديدة . . وفى عام ١٩٣٨ أثبت العالمان هاهن واشتراسمان Hahn & Strassmann صحة وجوده وبذلك أخذ العنصر رقم ٩٣ مكانه فى جدول العناصر بعد اليورانيوم . .

وبعد . . إن كان تحويل العناصر لم يجر حتى الآن على نطاق واسع — إلا أن آفاقاً جديدة قد تفتحت أمام علماء الكيمياء والطبيعة . . وليس بمستبعد أن نرى — يوما — هؤلاء العلماء يعالجون الحديد والرصاص والخسيس من المعادن فتخرج هذه من بين أناملهم ذهباً نضاراً . . ! ! !

خاتمة

وقبل أن نختم « قصة العناصر » ونطوى هذا الكتاب . . جدير بنا أن نحنى رؤوسنا احتراماً وتقديراً للعلماء الذين مر بنا ذكرهم . . وغيرهم ممن أفادوا العلوم عامة وعلم الكيمياء خاصة حتى وصل إلى ما صار عليه الآن . . علماً وثيق الاتصال بحياتنا . . ودعامة من أهم الدعائم فى فنون الصناعة والزراعة الحديثة . . إنهم علماء من كل جنس . . ربطتهم – على اختلاف أوطانهم ولغاتهم – صلة من أقدس الصلات وأقواها . . صلة العلم وتبادل المعرفة . . والبحث الحر والنقد النزيه . . فترى عالماً فى السويد أو فى بلجيكا مثلا ينشر بحثاً فى مجلة علمية فيتلقفه زميل له فى إنجلترا أو فى أمريكا أو فى أى قطر آخر من أقطار الأرض . . ويعلق عليه أو ينقده أو قد يتمه فى مجلة أخرى وبلغة أخرى . . وبذلك يشترك أكثر العلماء – على اختلاف أجناسهم – فى بحث بعينه . . . فتجمعهم رابطة العلم وإن بعدت بينهم الشقة .

ومن هؤلاء العلماء الذين تفخر بهم إنجلترا جوزيف بلاك

J. Black (١١٢٨ – ١٧٩٩) الذى اشتهرت عملياته الكيميائية بجمال الوصف ودقة التنسيق . . وجوزيف بريستلى J. Priestley (١٧٣٣ – ١٨٠٤) الذى اشتهر ببحوثه فى الغازات . . .
وجون دالتون J. Dalton (١٧٦٦ – ١٨٤٤) الذى أفاد العلم بنظرياته وآرائه الصائبة فكان مفكراً أكثر منه عملياً . . ثم منهم أيضاً السير همفرى دافى Sir H.Davy (١٧٧٨ – ١٨٢٩) أذكى وألمع من أنجبت إنجلترا من العلماء . . ناقد كيميائى فذ . . ومكتشف عشرات العناصر ، . ثم هنرى كافندش H. Cavendish صاحب العمليات الكيميائية والتجارب العديدة المفيدة وأول من وضع أصول الكيمياء العملية الصحيحة . . .
وهناك توماس جراهام T. Graham (١٨٠٥–١٨٦٩) وميخائيل فاراداى M.Faraday وهما عالمان ممتازان وإمامان من أئمة الكيمياء الطبيعية . .

وإذا تركنا الإنجليز وعلماءهم . . وجدنا فرنسا تتيه فخراً بعالمها الفذ أنطوان لوران لافوازييه (١٧٤٣ – ١٧٩٤) مؤسس الكيمياء الحديثة وألمع نجم فى تاريخها . . ويالجحود مواطنيه . . . لقد صاحوا فى وجهه إن حكومة الحرية والإخاء والمساواة ليست فى حاجة إلى علماء . . . وقدموا رأسه لسكين المقصلة جزاء وفاقاً لما قدمه للعلم من جليل الخدمات . .

وتفخر فرنسا أيضاً بعالمها الكبير جان بابتيست آندريه دوماس J. B. A. Dumas (١٨٠٠– ١٨٨٤) الذى أخذ بيد الكيمياء العضوية وهى فى المهـــد فجعلها تقف وتستقيم ويشتد عودها . . . .

وأما ألمانيا فقدأنجبت جاستس فون ليبج J. Von Liebig (١٨٠٣ – ١٨٧٣) ويحق لها أن تفخر به وحده على جميع الأمم . . وفريدريك فوهلر F. Wohler (١٨٠٠– ١٨٨٢) الذى أثبت فساد الزعم القائل بضرورة توسط القوى الحيوية فى تجهيز المركبات العضوية . . ففتح بذلك فتحاً جديداً فى الكيمياء . . ثم براند Brand الذى استخلص عام ١٦٧٤ الفوسفور من البول . . وأوجست ولهلم فون هوفمان A. Hofmann (١٨١٨– ١٨٩٢) الحجة الكبيرة فى الكيمياء العضوية . . والعالم روبرت ولهلم بنسن R. W. Bunsen (١٨١١–١٨٩٩) الذى يتردد اسمه الآن وسيتردد دواماً على لسان كل من يستعمل مشعله المشهور Bunsen burner فى البيت أو فى المعمل .

وللسويد فضل الكيمياء خلدة العالمين كارل ولهلم شيل C. W. Scheele (١٧٤٢–١٧٨٦) وجونس جاكوب برزيليوس J.J. Berzelius وهو فضل عظيم لا ينكر . . كما أن لإيطاليا مثل هذا الفضل سجله لها كل من أميديو أفوجادرو A. Avogadro

(١٧٧٦ — ١٨٥٦) وستانيسلو كانيزانو S. Cannizzono (١٨٢٦ — ١٩١٠) . . .

وهذا دمترى إيفانوفتش ميندليف D. I. Mendelejeeff (١٨٣٤ — ١٩٠٧) خير من أنجبت روسيا من العلماء . . وجدوله المشهور فى ترتيب العناصر لا يكاد يخلو منه كتاب فى الكيمياء . . . .

هؤلاء وغيرهم كثيرون . . علماء ينتمون لكل بلد . . ربطهم رباط العلم المقدس الذى لا يتقيد بالجنس ولا باللغة ولا بالدين والذى لا يعوقه تلك الخطوط الوهمية التى وضعها الناس حدوداً للممالك والأمم . . .

* * *

وبعد . فلقد خلد الغربيون علماءهم وأكرموهم فى حياتهم أو بعد مماتهم فاهتموا بآثارهم ومؤلفاتهم وجمعوها . . . وأصدروا المؤلفات الكثيرة عن سيرهم وتراجمهم . . فهل حذونا — نحن أبناء العروبة — حذوهم وأوفينا علمائنا حقهم من التكريم والتخليد ؟ .

إن الكيمياء صناعة مصرية . . اشتغل بها الفراعين ثم تلقفها العرب من الإغريق فوضعوا فيها المصنفات العديدة . . وتفرغ لها عدد كبير من علمائهم كان أظهرهم أبو موسى

جابر بن حيان الذى اعترف الغربيون بفضله وفضل مصنفاته الكثيرة فخلدوه ورفعوا ذكره وأعدوه من مشاهير الكيميائيين وترجموا مؤلفاته إلى لغاتهم وتسابقوا على مخطوطاته وآثاره يقتنونها فى متاحفهم . . . وصفوة القول إنهم كانوا أكرم له ولخلفائه منا نحن العرب .

وخلفاء ابن حيان الذين صالوا وجالوا فى ميدان هذه الصناعة كثيرون نذكر منهم فى هذا المقام أبا على الحسين بن عبد الله ابن سينا الملقب بالرئيس . . وأبا بكر محمد بن زكريا الملقب بالرازى . . . وأبا منصور الموفق . . . وأبا القاسم مسلمة بن أحمد المجريطي وأبا القاسم محمد بن أحمد العراقى . . . وقد قدمهم لنا أستاذنا الكبير محمد محمد فياض بك فى أحد أعداد هذه السلسلة[1] غير أنه من حقهم علينا أن نوفيهم نصيبهم من التخليد فنكتب عنهم المزيد من التراجم والمؤلفات .. فهل ترانا فاعلين . . ؟ .

---

(١) جابر بن حيان وخلفاؤه — اقرأ ٩١

المراجع

المراجع العربية :—

١ — الذرة والقنابل الذرية :

للدكتور على مصطفى مشرفة باشا .

٢ — الكواشف الجلية عن الحقائق الكيمية :

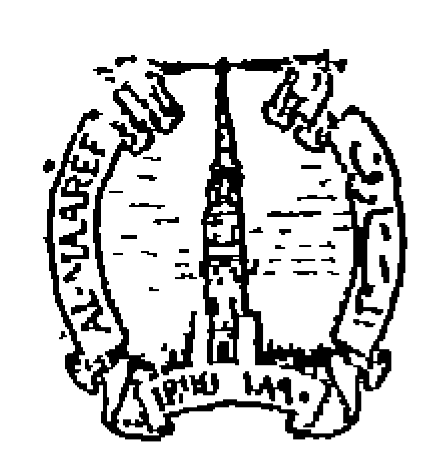
للدكتور أدون لويس (طبع بيروت) .

٣ — تاريخ العالم لاسير جون ا . هامرتن :

(الترجمة العربية لوزارة المعارف) .

المراجع الإفرنجية :—

1. A Short History of Chemistry. J.R. Partington.
2. Inorganic Chemistry, E.J. Holmyard.
3. Organic Chemistry, E.J. Holmyard.
4. Organic Chemistry, A.K. Macbeth.



دار المعارف

أسست بالقاهرة سنة ١٨٩٠

تقدم إلى القارئ فى مختلف مراحل حياته ومتباين درجات ثقافته كل ما يحتاج إليه فى تكوين مكتبة عربية فى منزله لتساعده على الاستزادة من الثقافة والطموح إلى حياة عقلية راقية

المركز الرئيسى بالقاهرة : ٥٠ شارع مسبيرو تليفون ٤٩٨٦٨

فرع الفجالة بالقاهرة : ٧٠ شارع الفجالة تليفون ٤٩٨٦٦

فرع الإسكندرية : ٢ ميدان محمد على تليفون ٢٣٥٨٨

س. ت. ٥٢١٢١

اقرأ

- عنوان هذه السلسلة خير ما يوجه إلى الأفراد والجماعات، بل هو خير ما وجه إلى الإنسان منذ تحضر إلى الآن.
- السلسلة الشهرية الوحيدة التي تعمل منذ أكثر من سبع سنوات على جعل الثقافة في متناول الجميع.
- نواة صالحة لإنشاء مكتبة زهيدة الثمن كبيرة الفائدة في كل منزل يستفيد منها الشباب والشيوخ على السواء.
- تصدرها دار المعارف بمصر في طباعة أنيقة بمعاونة حضرات الدكتور طه حسين باشا والأستاذ عباس محمود العقاد والأستاذ فؤاد صروف

ثمن النسخة ٥ قروش

٦٠ ملاً في فلسطين وشرق الأردن — ٦٠ غرشاً في لبنان

٦٠ فلساً في العراق — ٦٠ غرشاً في سوريا

